

NUEVAS TECNOLOGIAS PARA MEDICIONES DE RUIDO.

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de INGENIERO EN PREVENCIÓN
DE RIESGOS LABORALES Y AMBIENTALES

Alumno:

Natalia Constanza Riquelme Ramos

Profesor Guía:

Claudia Grandon Farías.

AGRADECIMIENTOS.

En primer lugar, me gustaría agradecer a mis padres por hacer posible y esforzarse al máximo para darme la oportunidad de estudiar, por motivarme, creer en mí y todo su apoyo en este proceso.

A mis hermanas y sobrinos por aguantar mis tardes de estudio, mis llantos cuando algo no salía como lo esperaba por siempre alegrar mi vida.

A mi pareja y su familia que son un factor fundamental en todo mi paso por la universidad, por brindarme su apoyo, cariño, por esforzarse, preocuparse por mí, por estar pendientes de mí y lo que necesitaba, por su ayuda constante y considerarme en su familia.

Por último, a toda la gente que conocí en estos años universitarios amigos, profesores, compañeros que fueron parte de este proceso, por las tardes y muchas veces noches de estudio, trabajos, certámenes porque ayudaron en mi formación.

A todas las personas que aportaron en esta etapa y sobre todo en este último proceso de la tesis, muchas gracias.

RESUMEN EJECUTIVO.

El ruido es un problema que se da a nivel mundial, el aumento de la industrialización trae consigo nuevos riesgos, enfermedades y más situaciones de riesgo, de esto se desprende el problema del ruido ya que este es inherente a cualquier trabajo que se desee desempeñar.

Es el contaminante más común, se puede definir como cualquier ruido que resulte desagradable, molesto, para la persona que lo escuche, es por esto que el ruido es subjetivo, ya que un sonido que para una persona resulta molesta para otra puede ser normal.

La SEREMI de Salud de la región metropolitana, en un estudio posiciono a la sordera ocupacional como la enfermedad de carácter laboral con mayor prevalencia, entre el año 1997 y 2000 ocupó el primer lugar de los diagnósticos relacionados con el oído, la Superintendencia de seguridad social posiciona a la hipoacusia como la principal causa de indemnizaciones y pensiones laborales.

El avance de la tecnología y además el uso de estas se vuelve cada vez más importantes en el día a día, en el contexto de las industrias la tecnología se ha vuelto un aliado tanto como para automatizar procesos, reducir costos, incorporación de maquinaria tecnológica y menos riesgosa, podemos encontrar nuevos métodos para poder identificar este contaminante que es el ruido.

Este trabajo presenta como la tecnología ha avanzado y dado lugar nuevas técnicas para la medición de ruido cada vez más exactas con esto se busca precisar el problema del ruido cuantificarlo para darle soluciones acordes al problema, que logre disminuir en lo máximo posible la exposición de las personas expuestas, además de poder plantear soluciones efectivas y eficaces.

Palabras claves: DB, RUIDO

ABSTRACT.

Noise is a problem that occurs worldwide, the increase in industrialization brings with it new risks, diseases and more risk situations, from this follows the problem of noise since it is inherent to any job that you want to perform . It is the most common pollutant, it can be defined as any noise that is unpleasant, annoying, for the person who hears it, that is why noise is subjective, since a sound that for one person is annoying for another can be normal.

The SEREMI of Health of the metropolitan region, in a study positioned occupational deafness as the most prevalent occupational disease, between 1997 and 2000 it ranked first in diagnoses related to hearing, the Superintendency of social security positions hearing loss as the main source of workers' compensation and pensions.

The advancement of technology and also the use of these becomes increasingly important on a day-to-day basis, in the context of technology it has become an ally as much as to automate processes, reduce costs, incorporation of technological machinery and less risky, we can find new methods to identify this pollutant, which is noise.

This presents how technology has advanced and given rise to new techniques for measuring noise more and more exact with this, it seeks to specify the problem of noise, quantify it to give solutions according to the problem, which manages to reduce the exposure of people as much as possible. exposed, in addition to being able to propose effective and efficient solutions.

KEY WORDS: DB, NOISE.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

SIGLAS i

OBJETIVO GENERAL ii

Objetivos específicos ii

ALCANCE iii

Limitaciones iii

INTRODUCCIÓN 1

MARCO TEÓRICO.....

1.1 DEFINICIONES 2

1.2 FISIOLÓGÍA DEL SISTEMA AUDITIVO 3

1.3 SONIDO Y RUIDO 5

1.4 CARACTERÍSTICAS DEL SONIDO 5

1.5 RUIDO 6

1.6 CONTAMINACIÓN ACÚSTICA 10

1.7 EFECTOS DEL RUIDO 11

1.8 MAPAS DE RUIDO 13

1.9 MAPAS DE RUIDO CUALITATIVO 19

1.10 MAPAS DE RUIDO CUANTITATIVOS..... 20

1.11 COMO SE GENERAN LOS MAPAS DE RUIDO..... 20

1.12 INSTRUMENTOS PARA REALIZAR MAPAS DE RUIDO..... 21

1.13 MAPAS ACÚSTICOS REALIZADOS EN CHILE..... 28

MARCO LEGAL 62

1.14 NORMATIVA LEGAL NACIONAL 62

1.14.1 Ds N° 594 aprueba e reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales
básicas en lugares de trabajo 62

1.14.2 Decreto 38, establece norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica, elaborada a partir de la revisión del decreto N° 146 de 1997, del ministerio secretaria general de la presidencia	67
1.14.3 Ley 19.300 aprueba la ley sobre bases generales del medio ambiente	70
1.14.4 decreto 129, establece norma de emisión de ruidos para buses de locomoción colectiva urbana y rural	71
1.14.5 Decreto 7 establece norma de emisión de ruido para vehículos livianos, medianos y motocicletas, ministerio del medio ambiente.....	74
1.14.6 Acústica ambiental conceptos, normativa y competencias, gobierno de Chile unidad de acústica ambiental	75
1.14.7 Instructivo para la aplicación del ds N° 594/99 del minsal, título IV, párrafo 3 agentes físicos-ruido.....	78
1.14.8 PREXOR.....	79
1.14.9 Guía para la selección y control de protectores auditivos, departamento de salud ocupacional ISP.....	80
1.14.10Ley 16.744 establece normas sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales	81
1.14.10 Ds N° 109 aprueba el reglamento para la calificación y evaluación de los accidentes del trabajo y enfermedades profesionales de acuerdo con lo dispuesto en la ley 16.744, del 1 febrero de 1968, que estableció el seguro social contra los riesgos por estos accidentes y enfermedades	82
1.14.11 Guía técnica para la elaboración del sistema de gestión para la vigilancia de los trabajadores expuestos ocupacionalmente a ruido, SEREMI de salud R.M	83
1.14.12 Guía para el mantenimiento y calibración de la instrumentación utilizada en la evaluación de la exposición a ruido de los trabajadores en sus lugares de trabajo, ISP ministerio de salud gobierno de Chile	84
1.14.13 Grupo de exposición similar para la evaluación de ruido ocupacional, ISP ministerio de salud, gobierno de Chile	84
1.14.14 Decreto supremo N° 1052 norma técnica N°156 “Protocolo sobre normas mínimas para el desarrollo de programas de vigilancia de la pérdida auditiva por exposición a ruido en los lugares de trabajo	85
1.15 Normativa extranjera	88

1.15.1 Agencia europea de medio ambiente	88
1.15.2 Declaración de la AMM sobre la contaminación acústica	89
1.15.3 NTP 270 (INSHT) Evaluación de la exposición al ruido, determinación de niveles representativos.....	90
1.15.4 Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido, REAL DECRETO	90
1.15.5 Guía de atención integrada basada en la evidencia para la hipoacusia neurosensorial inducida por el ruido en el lugar de trabajo (GATI-HNIR), ministerio de la protección social república de Colombia	93
2.Tecnologías aplicables para la medición de ruido	
2.1 Tecnologías aplicables para la medición de ruido	94
2.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración N°1: Fisiología del oído humano	4
Ilustración N°2: Metodología viales, extraída CONAMA gobierno de Chile	15
Ilustración N°3: Metodología por medios predictivos, extraída CONAMA, gobierno de Chile	16
Ilustración N°4 Metodología de retícula o cuadrícula, extraído CONAMA, gobierno de Chile	17
Ilustración N°5: Metodología de zonas específicas, extraído CONAMA, gobierno de Chile	18
Ilustración N°6: Metodología mixta o aleatoria, extraído CONAMA, gobierno de Chile	19
Ilustración N°7: Capa de puntos receptores, extraído de Openoise	22
Ilustración N°8: Mapa de ruido generado con simbología en relación al nivel de ruido de puntos emisores, extraído de Openoise	23
Ilustración N° 9:Mapa de ruido de Santiago evaluado en altura de 4 metros	29
Ilustración N°10: Mapa de ruido de Santiago evaluado en altura de 1,5 metros	30

Ilustración N°11: Mapa de ruido de Santiago diferencia de mapa de altura 4 metros y 1,5 metros 31

Ilustración N°12:Mapa de ruido día Valdivia 38

Ilustración N°13: Mapa de ruido nivel noche para la zona de Valdivia..... 39

Ilustración N°14: Distribución de puntos de emisión en el área a modelar de Temuco .. 39

Ilustración N°15: Localización de estaciones fijas en el mapa ciudad Temuco-Padre las casas 40

Ilustración N°16: Mapa de ruido Ld (Nivel día) de la ciudad de Temuco-Padre las casas41

Ilustración N°17: Mapa de ruido Ln (Nivel noche) de la ciudad de Temuco-Padre las casas 41

Ilustración N°18: Distribución de los puntos de medición en el área a modelar de La Serena 42

Ilustración N°19: Localización de estaciones fijas en el mapa de La Serena 42

Ilustración N°20: Mapa de ruido Ld de La Serena 43

Ilustración N°21: Mapa de ruido Ln de La Serena..... 43

Ilustración N°22: Distrito de la zona de Valdivia 45

Ilustración N° 23: Distrito de la zona de Temuco-Padre las casas 47

Ilustración N° 24:Distrito de la zona de Temuco-Padre las casas 50

Ilustración N° 25: Ubicación del punto de medición 51

Ilustración N°26: Estación de monitoreo continuas en la comuna de Coronel 56

Ilustración N° 27: Ejemplo de cabina acústica utilizada 57

Ilustración N° 28: Puntos de medición en parque industrial norte Coronel 57

Ilustración N° 29: Mapa de ruido diurno según actividad productiva e industrial de Coronel Norte 58

Ilustración N°30: Mapa de ruido diurno según actividad productiva e industrial Coronel Sur. 59

Ilustración N°31: Mapa de ruido nocturno industrial de Coronel Norte 60

Ilustración N° 32: Mapa de ruido nocturno industrial de Coronel Sur..... 61

Ilustración N°33: Dosímetro 3M..... 94

Ilustración N°34: Imagen captada por cámara acústica localización de fuente de ruido industrial en altura a 60 m de distancia y 800 Hz, extraída de Coderxverde	96
Ilustración N° 35: Localización de fuente de ruido móvil a 30 m de distancia y 3250 Hz, extraída de Coderxverde	97
Ilustración N°36: Mapas de ruido con distintos colores representan distintos niveles de magnitud en territorio, extraída de Imatek.....	98
Ilustración N° 37: Semáforo de ruido Betzold	100
Ilustración N°38: Semáforo de ruido Conen	101
Ilustración N°39: Sensor de ruido IOTSENS.....	103

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla N°1: Algunos modelos de predicción del ruido en la elaboración de mapas de ruido	24
Tabla N°2 Comparación evaluación receptores, según mapa de ruido comuna de Santiago entre 1,5 y 4 metros	32
Tabla N°3: Actuaciones sugeridas para la gestión ambiental en control de ruido	33
Tabla N°4: Catalogo de soluciones del plan de acción en materia de contaminación acústica	35
Tabla N°5: Superficie que cumple recomendaciones internacionales en periodos diurnos y nocturnos (en porcentajes)	36
Tabla N°6: Establecimientos de educación sobre recomendaciones internacionales en periodos diurnos (en porcentajes)	37
Tabla N°7: Establecimientos de salud sobre recomendaciones internacionales en periodos diurnos (en porcentajes)	37
Tabla N°8: Nivel de exposición de ruido diurno en centros de salud de Valdivia	44
Tabla N°9: Nivel de exposición de ruido diurno en centros de salud de Valdivia	44
Tabla N°10: Población estimada de personas afectadas por el ruido.....	45

Tabla N°11: Nivel de exposición diurno de establecimientos educaciones de Temuco- Padre las casas	46
Tabla N°12: Nivel de exposición diurno de centros de salud	46
Tabla N°13: Población potencialmente afectada por ruido diurno	47
Tabla N°14: Nivel de exposición a ruido diurno en establecimientos educacionales de La Serena.....	49
Tabla N°15: Nivel de exposición a ruido diurno en centros de salud en La Serena	49
Tabla N°16: Estimación de la población potencialmente expuesta a ruido en Temuco- Padre las casas	50
Tabla N°17: Valores límites de ruido en fachadas de zona habitacionales recomendadas por la OCDE.....	52
Tabla N°18: Resumen de superficie expuesta en Km con relación a valores recomendación OCDE	52
Tabla N°19: Resumen población expuesta a niveles superiores según recomendación OCDE	53
Tabla N°20: Establecimientos estudiados bajo recomendación ANSI	54
Tabla N°21: Porcentaje establecimientos de salud sobre criterios HTM	54
Tabla N°22: Tabla de exposición a ruido para dB ponderados en A, Ds N°594.....	64
Tabla N°23:Tiempo de exposición para dB ponderación C, Ds N°594	66
Tabla N°24: Creación propia, niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos.....	68
Tabla N°25: Creación propia, correcciones ventana, puerta o vano	70
Tabla N° 26: Corrección por ruido de fondo, extraída de ds 38, biblioteca del congreso nacional	70
Tabla N° 27: Niveles máximos permitidos, extraídos de norma de emisión de ruidos para buses de la locomoción colectiva urbana y rural	72
Tabla N° 28: : Niveles máximos permitidos, extraídos de norma de emisión de ruidos para buses de la locomoción colectiva urbana y rural.....	72
Tabla N°29: Niveles máximos permitidos, extraídos de norma de emisión de ruidos para buses de la locomoción colectiva urbana y rural	73

Tabla N°30: Niveles máximos permitidos, extraídos de norma de emisión de ruidos para buses de la locomoción colectiva urbana y rural	73
Tabla N°31: Niveles de presión sonora máximos permitidos, extraída de ds 7, ministerio de medio ambiente	74
Tabla N°32: Limites de niveles de presión sonora máximos para motocicletas, extraída del ds7, ministerio del medio ambiente	75
Tabla N°33: Entidad fiscalizadora, extraída de acústica ambiental concepto, normativa y competencias	77
Tabla N°34: Extraído de la norma N° 156 Ministerio De Salud.	87

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura N°1: Elaboración propia, pirámide de control de riesgo.....	8
Figura N°2: Fiscalización de ruido ambiental por SEREMI de salud, extraída de acústica ambiental conceptos, normativa y competencias	76
Figura N°3: Elaboración propia. Criterios prexor	79
Figura N°4: Elaboración propia, prestaciones seguro obligatorio	82

SIGLAS.

DB: Decibel.

EPP: Elemento de protección personal.

MINSAL: Ministerio de salud.

DS: Decreto supremo.

EPA: Elemento de protección auditiva.

GES: Grupo de exposición similar.

DRD: dosis de ruido diaria.

NPSEQ: Nivel de presión sonora equivalente.

PREXOR: Protocolo de exposición ocupacional a ruido.

NTP: Nota técnica de prevención.

INSHT: Instituto nacional de seguridad y salud en el trabajo.

ISP: Instituto de salud pública de Chile.

OMS: Organización mundial de la salud.

UIT: Unión internacional de telecomunicaciones.

OIT: Organización internacional del trabajo.

OCDE: Organización para la cooperación y desarrollo económico.

AMM: Asamblea médica mundial.

OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar estudio de las distintas tecnologías aplicables a la medición de ruido.

Objetivos específicos.

1. Analizar cómo se generan los mapas de ruido.
2. Analizar tecnologías para la medición de ruido.
3. Describir tecnologías utilizadas en la medición de ruido.

ALCANCE.

Analizar las nuevas tecnologías existentes para mediciones de ruido y para la realización de mapas de ruido, describir como se genera un mapa de ruido y plantear mapas de ruido realizados en Chile.

INTRODUCCIÓN.

El ruido se define como un “Sonido molesto que produce daño o que transfiere en la transmisión, percepción o interpretación de un sonido útil”. (INSTRUCTIVO PARA LA APLICACIÓN DEL D.S N° 594/99 DEL MINSAL, TÍTULO IV, PARRAFO 3° AGENTES FÍSICOS – RUIDO, año 2010).

El ministro de economía aseguro que durante el año 2018 un total de 132.000 empresas fueron creadas, esto es una situación que se repite a nivel mundial, de esto surge un problema muy importante y es el ruido que emiten ciertas máquinas que son necesarias en el desempeño de algunos procesos, alguno de estas máquinas son fundamentales para el desarrollo del producto final que se dese obtener, este problema no solo se da en empresas, también en las calles por el sonido de los autobuses, construcciones, universidades ya que aquellas tienen talleres mecánicos para que los alumnos de las carreras puedan desempeñarse de mejor forma. El ruido puede traer problemas para las personas alrededor de estas empresas (vecinos), trabajadores que estén expuestos y manipulen estas máquinas, etc. Puede traer consecuencias como la pérdida de audición, lo cual es irreversible, esto lleva consigo una enfermedad profesional la cual es la hipoacusia o sordera laboral, estudios de la seremi de salud de la región metropolitana arrojó como resultado que la sordera laboral es la enfermedad con más prevalencia con más de 65% (datos obtenidos en el año 2017), la Superintendencia de seguridad y salud social indica a esta enfermedad como la responsable de la mayor cantidad de indemnizaciones y pensiones del país con una cifra de 80%.

El ruido está contenido en el ds n° 594 “Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en lugares de trabajo” en el párrafo 3 contiene agentes físicos, el ruido y en su artículo n° 75 y n° 80 contiene los niveles de presión sonora continua equivalentes permitidos para la cantidad de tiempo, los niveles de presión sonora no pueden ser superior a los que contiene la legislación.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO.

1.1 DEFINICIONES.

Decibel (dB): Unidad adimensional, unidad de medida de intensidad sonora su símbolo es dB, para obtener este valor se debe calcular el logaritmo de base 10, entre dos presiones sonoras.

Sonómetro: Es el instrumento utilizado para medir presión sonora, mide el nivel de ruido que existe en un espacio físico.

Dosis: Energía sonora que recibe una persona en su jornada de trabajo.

Nivel de presión sonora: Se define por una relación matemática.

$$NPS: 20\log (P/P_o)$$

P: valor eficaz de la presión sonora medida.

Po: Valor eficaz de presión sonora de referencia, 2×10^{-5} [N/m²].

Screening: Investigación de puestos de trabajo, se trata de recaudar la mayor información posible de puestos de trabajo, personas que los desempeñan, como lo hacen, etc.

Criterio de Acción: Valor que, si es excedido, se deberán implementar todas las medidas de control necesarias para reducir el nivel de ruido.

GES: Grupo de exposición similar, grupo de trabajadores que realiza la misma tarea, usando las mismas materias primas y durante el mismo tiempo de manera que su exposición a ruido sea equivalente durante la jornada de trabajo.

Aislamiento: Obstáculos que encuentra la onda sonora para propagarse.

Difracción: Es cuando el sonido se dispersa como consecuencias de encuentro de obstáculos.

Absorción: Energía que se disipa al contacto con material y afecta la propagación el sonido.

Riesgo: Probabilidad de que una actividad ocurra un evento no deseado.

1.2 FISIOLÓGÍA DEL SISTEMA AUDITIVO.

Oír es uno de nuestros cinco sentidos, el encargado de que podamos oír es nuestro sistema auditivo, el cual es responsable de transformar las ondas sonoras en información que luego viaja hasta el cerebro este la decodifica y la transforma en información, además de esto nuestro oído desempeña una función fundamental en el equilibrio, nuestro sistema auditivo está compuesto por distintas partes fundamentales. El sistema auditivo está compuesto por el oído externo, oído medio y por el oído interno.

El oído externo está compuesto por el pabellón auditivo, el cual es el encargado de ayudar a dirigir el sonido al interior del oído, este posee una forma helicoidal. El conducto auditivo es la estructura final del oído externo, el cual está encargado de captar los sonidos que logra captar el pabellón auditivo y los dirige hacia el tímpano, el conducto mide aproximadamente de dos a tres centímetros.

En el inicio del oído medio encontramos al tímpano, se encuentra al terminar el conducto auditivo, es una membrana, su función es vibrar al percibir sonidos, con esto transforma las vibraciones en impulsos nerviosos. El oído medio está formado por tres huesos, los cuales son el martillo, yunque y por último el estribo, estos tienen como función formar un puente dentro del oído medio para transmitir el movimiento del tímpano hacia el oído interno a través de otra membrana llamada membrana oval. Esta parte del oído está repleta de aire a diferencia del oído interno el cual está compuesto de material linfático. La última estructura de oído medio es la trompa de Eustaquio, el cual llega a las vías respiratorias, lo que permite regular la presión en cada tímpano, su función radica en equilibrar las presiones del oído medio, además de proteger las estructuras que se encuentran ahí.

Por último, el oído interno el cual cumple con las siguientes funciones dentro de este proceso, filtrar la señal sonora, traducción y por último generación de impulso nervioso, lo forma la cóclea el cual tiene forma de espiral y en su interior contiene líquido, dentro de la cóclea se encuentra el órgano de Corti, que lo compone aproximadamente 20.000 células especializadas.

La otra estructura que forma parte del oído interno es el sistema vestibular, en el cual se encuentran dos sacos el sáculo y el utrículo los cuales en su interior contiene líquido, la función de estos dos sacos es recaudar información del movimiento y

posición de la cabeza y el cerebro utiliza la información recaudada para mantener el equilibrio, el sistema vesicular es el encargado de mantener el equilibrio, por último se encuentra los conductos semicirculares, los cuales en su interior posee líquido, está compuesto por tres tubos, encargados de detectar la rotación de la cabeza, al rotar y/o mover la cabeza esto hace que el líquido dentro de estos tubos se mueva. Los problemas de vértigo están relacionados con algún problema en el oído interno.



Ilustración N° 1 Fisiología del oído humano.

1.3 SONIDO Y RUIDO.

El sonido es un fenómeno físico que está dado por la alteración mecánica de partículas en un medio elástico que es capaz de provocar una sensación auditiva, estas se propagan generalmente por el aire, sin embargo también se pueden propagar por otros medios como los sólidos, se transmiten en forma de ondas sonoras, llegan al pabellón del oído, estas hacen vibrar la membrana del tímpano, luego pasan por el oído medio, oído interno para finalmente excitar los terminales del nervio acústico que transportan al cerebro los impulsos neuronales que generan la sensación sonora. La presión acústica o presión sonora es la diferencia en un instante dado entre la presión instantánea y la atmosférica.

Desde el punto de vista de la física la diferencia entre sonido y ruido, radica en que el ruido es una mezcla de sonidos de distintas frecuencias, el sonido es una sensación, la cual se produce en el oído y se genera por movimientos ondulatorios de un medio elástico. La OIT y la OMS definen el ruido como un “sonido molesto”, es un componente que se puede presentar de diversas formas, el ruido ocupacional es aquel que se genera en el ámbito del trabajo, al desempeñar un trabajo, la exposición a altos niveles de ruido lleva consigo una enfermedad profesional la cual es la hipoacusia o sordera ocupacional, la que provoca que la persona disminuya su capacidad de oír progresivamente la cual es irreversible estar expuesto a ruido provoca trastornos físicos y psicológicos. La fundación vivo sano en un estudio que realizó, concluyó que las enfermedades relacionadas con el ruido son estrés y ansiedad, además postula una relación entre el ruido y cardiopatías, problemas respiratorios y diabetes según un estudio del observatorio de salud y medio ambiente DKV seguros-GAES con la fundación de ecología y desarrollo de España.

1.4 CARACTERISTICAS DEL SONIDO.

Amplitud (A): Valor máximo del movimiento de las ondas.

Periodo (T): Tiempo transcurrido por un punto que alcanza sucesivamente una misma posición

Frecuencia (F): número de perturbaciones por segundo.

Longitud de onda (λ): Distancia entre dos puntos consecutivos

Velocidad del sonido (C): En el aire al nivel del mar a 20°C aprox es 340 m/s.

Nivel de presión sonora: Se expresa en decibeles (dB), determina la intensidad del sonido, es el resultado de las variaciones de presión que experimentan las ondas de sonido en el aire. Se adopta una escala logarítmica.

Tono: Nos permite distinguir entre un sonido agudo de los graves, bajos y altos.

Intensidad: Es la potencia de la onda acústica.

1.5 RUIDO.

La OMS es una organización que gestiona políticas de prevención promoción e intervención a nivel mundial sobre salud, Chile es uno de los tantos países miembros de la OMS, por lo cual debe aceptar su constitución. La OMS recomienda que la exposición a ruido en los lugares de trabajo debe ser de 85 dB como máximo en un tiempo de 8 horas al día, sobre ese valor el tiempo de exposición se deberá reducir para disminuir el peligro, así recomienda que para un ruido de 100 dB su exposición deberá ser máximo de 15 min.

Según cifras de esta organización el 5% de la población mundial sufre de pérdida de la audición, es decir 466 millones de personas, esto debido a diferentes factores uno de eso es el laboral, además se estima que en el año 2050 habrán más de 900 millones de personas con pérdida de audición. Establece valores para considerar una pérdida de audición incapacitante, la cual es de 40 dB del oído con mejor audición.

Como medidas de prevención la OMS hace recomendaciones que apuntan básicamente a destinar más recursos, mejorar y fomentar la educación con respecto al tema de la audición y las medidas preventivas.

Las personas con algún déficit de audición muchas veces no se dan cuenta de que están sufriendo pérdida de ello, ya que es un proceso gradual, muchas veces las personas se percatan de esto cuando ya su nivel de audición se ve muy afectado, se entiende por daño incapacitante aquel que impide que una persona pueda comunicarse con normalidad, que afecta los umbrales normales de audición de una persona, en el ámbito laboral es sumamente peligroso ya que la persona con pérdida de audición podría no escuchar instrucciones de manera clara, tener dificultades para escuchar algún tipo de señal o alarma en el trabajo, de esta forma se vuelve importante la detección a tiempo, para evitar accidentes y/o situaciones de riesgo.

La OIT advierte que la pérdida auditiva no es el único problema que se desprende del ruido, también lo es la tinnitus, la cual no es considerada propiamente una enfermedad,

es el síntoma de un problema no detectado, una lesión en el oído, las personas que sufren de tinnitus sienten la sensación de escuchar sonidos cuando en realidad no existen como zumbidos, timbres, siseos, chasquidos, rugidos, etc.

En el mismo documento la OIT advierte cuando el empleador debería evaluar el ruido, deja una lista de situaciones que si se presentan se deberían tomar medidas, dentro de ellas las más relevantes para el desarrollo del trabajo es:

- Si se utilizan maquinaria mecanizada ruidosa durante más de media hora al día.
- Ruidos producidos por impacto.

El empleador deberá controlar el ruido adoptando medidas de prevención y tomando en consideración como última opción los EPP y/o EPA. Para lo cual el empleador primero deberá retirar la fuente ruidosa y llevarla hacia donde los trabajadores no estén expuestos, de lo contrario en el caso de que la fuente no pueda desplazarse o el uso de ella sea necesaria para el desempeño del trabajo se deberán tomar otras medidas preventivas, como por ejemplo reducir tiempos de exposición de los trabajadores, cambiar el equipo por uno más silencioso, utilizar pantallas, carcasas o materiales absorbentes para de esta forma amortiguar el ruido hacia las personas expuestas. Tomando siempre en consideración la jerarquía de control.



Figura N°1: Elaboración propia, pirámide control de riesgo.

La oficina internacional del trabajo de ginebra, en su repertorio “factores ambientales en el lugar de trabajo” toca puntos importantes dentro tema del ruido, el cual fue creado para poder actualizar los documentos ya existentes sobre la protección de los trabajadores contra el ruido y las vibraciones en los lugares de trabajo y exposición profesional a sustancias nocivas en suspensión en el aire.

Plantea que la autoridad competente deberá hacer poner en práctica y además examinar periódicamente una política nacional la que deberá estar acorde a eliminar y/o controlar factores que pueden poner en riesgo la integridad de los trabajadores, la política deberá incluir la prevención de enfermedades y lesiones que se provoquen por consecuencia del trabajo, debe estar ampliamente apoyado por la legislación aplicable en cada país, debe establecer procedimientos para poder evaluar situaciones de peligro y/o riesgos y por último debe iniciar actividades apropiadas a la magnitud de las lesiones y enfermedades que se pueden encontrar en el lugar de trabajo. Nuevamente se destaca que el empleador deberá adoptar medidas preventivas de acuerdo del siguiente orden.

- Eliminar el factor de riesgo.
- Controlar el factor de riesgo en su origen.
- Reducir al mínimo posible el factor peligroso.
- Si a pesar de tomar las medidas ya mencionadas el factor perdura se deberá suministrar sin costo alguno para el trabajador epp y ropas protectoras.

Cuando no se pueda eliminar el factor de riesgo, se deberán, si es un ruido generado por algún impacto, se deberá eliminar dicho impacto, si se trata de un ruido generado por piezas en movimientos se deberá mantener el equilibrio dinámico de las piezas en movimiento, si es ruido generado por fluidos o flujos se deberá reducir la velocidad, ampliar el conducto y reducir turbulencias, se deberá poner énfasis en el mantenimiento de máquinas ya que este puede ser un factor de la generación de ruido, otra medida es reducir los tiempos al mínimo posible de la exposición a equipos ruidosos. Si aun tomando estas medidas los niveles de ruido generados son altos se debe tomar en consideración encerrar la fuente en un recinto insonoro, si no es viable poder encerrar la fuente, debido a que es una maquina esencial para desempeño del trabajo, por su tamaño, etc., se deberá actuar sobre la transmisión de él, considerando para esto, pantallas acústicas, barreras, etc. Si no basta con las opciones anteriores quedan dos opciones más, modificar el espacio de la zona de trabajo o aplicar medidas organizacionales con el fin de reducir al mínimo el tiempo de exposición de los trabajadores, y como última medida queda la entrega de epp.

En uno de sus apartados agrega la responsabilidad de proveedores, fabricantes, proyectistas y arquitectos, los cuales deben asegurar que las máquinas, sustancias y/o equipos no signifiquen peligro para los trabajadores que hagan correcto uso de ellos, estos deben facilitar la información de instalación y utilización correcta de maquinarias, equipos, información sobre los riesgos que se presentan y las instrucciones para prevenir los riesgos conocidos. Los proveedores deben poner énfasis y asegurar que el diseño sea de tal forma que se pueda eliminar o controlar situaciones que signifiquen peligro.

En su apartado n°9 específicamente se profundiza el tema del ruido aportando información específica para este agente físico, establece que para estimar la importancia de lo que significa la pérdida auditiva se debe aplicar la ISO 1999. Se deberá considerar para a evaluación:

- El riesgo de deterioro de la audición.
- Grado de interferencia con la comunicación oral esencial para la seguridad.
- Riesgo de fatiga nerviosa.

El empleador deberá identificar las fuentes de ruido y las tareas que se ejercen en el lugar, buscar asesoramiento sobre límites de exposición y normas, consultar al proveedor sobre la emisión de ruido esperada para los equipos, con el fin de evitar efectos en los trabajadores.

1.6 CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.

El Ruido es un fenómeno que está presente inherente en todas las actividades que se realicen, en industrias, construcción, universidades, colegios, etc. Se dice que es el contaminante más barato y además el más fácil de emitir, a diferencia de otros contaminantes el ruido no deja residuo en el lugar físico, pero si puede tener un efecto acumulativo en la persona que está expuesta a este contaminante.

Cuando se habla de contaminación acústica se entiende por la presencia de ruidos o vibraciones en el ambiente de trabajo, que traiga consigo molestias, riesgos o daños para las personas. No todo sonido se puede considerar como contaminación acústica, por lo cual la OMS estableció una definición para tener una claridad sobre el tema, establece cualquier ruido superior a 65 dB como ruido, si el ruido supera los 75 dB se puede considerar como dañino y si supera los 120 dB se vuelve doloroso, por otro lado, la OMS establece que para que el sueño sea reparador el ruido nocturno no debe superar los 30 dB.

En un ranking realizado en colaboración la OMS, mimi hearing technologies GmbH y SINTEF en el año 2018, posiciona a las 10 ciudades más ruidosas del mundo, en primer lugar se encuentra Guangzhou-China, segundo lugar Nueva delhi-india, tercer lugar El Cairo-Egipto, cuarto lugar Bombay-India, quinto lugar Estambul-Turquía, sexto lugar Pekín-China, séptimo lugar Barcelona-España, octavo lugar Ciudad de México-México, noveno lugar París-Francia y por décimo lugar Buenos aires-Argentina.

Organismos internacionales coinciden en la educación a la población sobre materia de ruido, ya que siempre resulta más fácil combatir algo que se pueda ver y/o apreciar sin embargo en este caso el ruido es un contaminante invisible por lo cual se vuelve difícil su cuantificación.

1.7 EFECTOS DEL RUIDO.

La exposición a ruido puede tener un efecto acumulativo en la persona que está expuesta, puede generar malestares y enfermedades, pero el más conocido es la pérdida de la audición. La pérdida de audición laboral es provocada por una larga exposición a ruidos intensos, esto se ve cada vez más afectado si no se detecta a tiempo y si la persona sigue estando expuesta, la pérdida de audición es irreversible.

Otra enfermedad derivada del ruido es la Acúfenos, la cual es la sensación de timbres, zumbido, pitos en el oído, también podemos encontrar a combinación de sustancias tóxicas y el ruido ya que algunas sustancias son ototóxicas, lo que quiere decir que son tóxicas para el oído, según un documento llamado los efectos del ruido en el trabajo de la agencia europea para la seguridad y la salud en el trabajo, esta relación se ve especialmente entre el ruido y algunos disolventes orgánicos como por ejemplo tolueno, estireno y el disulfuro de carbono.

En el mismo documento se hace mención la exposición de ruido para mujeres embarazadas, plantea que los niveles elevados de ruido podría tener un efecto en el feto, puede provocar un aumento de la presión sanguínea y cansancio, el empleador tendrá la obligación de evaluar la naturaleza y el grado de exposición de las mujeres embarazadas en su puesto de trabajo, existe una relación entre los accidentes y el ruido, ya que se pueden provocar debido a que por el ruido se puede tener dificultades para escuchar señales, advertencias, dificulta la comunicación entre personas, los conductores o personas que trabajan en maquinarias se pueden ver distraídas por el ruido ya que este muchas veces afecta a la concentración de las personas, además contribuye al estrés laboral, lo cual incrementa las posibilidades de tener accidentes.

Con respecto a la pérdida de audición podemos encontrar, la pérdida de audición temporal, la cual también se denomina desplazamiento temporal del umbral, el cual es zumbido y sensación de sordera que al pasar los días y estar un tiempo sin ruido este desaparece.

Pérdida permanente de la audición, después de estar expuesto a ruidos excesivos o por tiempos prolongados, la audición no se recupera por lo cual se transforma en un daño permanente, en algunos casos incluso dependiendo de audífonos para poder comunicarse y escuchar, hipoacusia es la enfermedad profesional relacionada al ruido, es la pérdida de la audición sobre los niveles que se considera normal.

Ruido y las consecuencias en las aulas.

Este problema tiene una fuerte repercusión en estudiantes y profesores, múltiples estudios aseguran las graves consecuencias de estar expuestos a altos niveles de presión sonora, en Chile no existe una normativa que regule las condiciones ambientales en cuanto a ruido en las salas de clases, lo que en algunas ocasiones entorpece el proceso de enseñanza, ya que impacta en la concentración, aprendizaje y comprensión de los estudiantes.

Las condiciones del lugar donde se desempeñan las horas de clase son esenciales para un buen desempeño, condiciones como iluminación, acústica, ventilación, etc. Un estudio realizado por la universidad de Cambridge por la arquitecta Gabriela Armijo, la arquitecta señala que los profesores describen el problema del ruido como un problema extremo. Según el estudio señala que “la ley chilena no relaciona la contaminación producida por el ruido del transporte y el ambiente de enseñanza”.

Además, hace una relación entre el problema de ventilación y el problema del ruido ya que señala que muchas veces no se ventilan las salas de clases ya que al abrir ventanas o puertas aumenta el ruido.

Las consecuencias generadas por el ruido en aulas son diversas y va a depender de distintos factores como cantidad de dB que están expuestos, susceptibilidad de cada persona, edad, etc. Algunas consecuencias puede ser la fatiga auditiva la cual es el descenso momentáneo de la capacidad de escuchar, es provocada por exposición a ruidos fuertes, la fatiga auditiva es pasajera, el tiempo de recuperación va a depender de la persona, del nivel de ruido al que estuvo expuesto, al pasar el tiempo la persona recuperará su audición de forma normal.

En cuanto a la relación del ruido en sala de clases o recintos de clases, podemos encontrar la dificultad para poder comunicarse, lo cual es un factor de riesgo debido a que si tomamos en consideración alumnos que tengan clases prácticas en talleres y el ruido generado por las máquinas dificulta la comunicación ellos podrían no escuchar órdenes, advertencias, instrucciones, etc. El estrés, irritabilidad, agresividad son alteraciones que se pueden generar debido al ruido.

El rendimiento y la memoria son otros de los factores en los que influye este contaminante físico, debido a que afecta la concentración de los alumnos, la retención de información.

Se pueden separar las enfermedades relacionadas con el ruido en cuatro categorías, enfermedades psíquicas, como lo son el estrés, alteraciones en el sueño, problemas de atención, concentración y/o rendimiento. Enfermedades fisiológicas como por ejemplo alteraciones en el metabolismo, funcionamiento correcto del cuerpo, dificultad de la agudeza visual, aumento de la frecuencia respiratoria, etc. Enfermedades sociológicas, alteraciones en la comunicación, en diversas ocasiones las personas que pierden la audición progresivamente se van alejando de las personas cercanas ya sea en el ambiente laboral o en el ambiente personal, ya que muchas veces al no escuchar no pueden entablar conversaciones. Y por último enfermedades radiactivas, las cuales son

alteraciones en articulaciones y músculos mandibulares, ya que producto de estrés o al sentir ruido muy fuerte algunas personas tienden a apretar la mandíbula lo cual trae consigo estas enfermedades.

Actualmente la normativa y legislación chilena no especifica condiciones en lugares de clases, no especifica condiciones ambientales y acústicas en ellas, tampoco establece un criterio de diseño relacionado a la generación de ruido para poder de esta forma asegurar un confort acústico adecuado para poder desarrollar las clases.

1.8 MAPAS DE RUIDO.

Los mapas de ruido tienden a confundirse con mapas estratégicos, estos son muy parecidos, sin embargo, en el mapa estratégico es un mapa macro, donde se aprecian las zonas con altos y bajos niveles de ruido, en el caso de este tipo de mapa no es necesario los detalles, ya que solo se necesita identificar las zonas con alto y bajo niveles de ruido, por otro lado, los mapas de ruido se realizan de forma más detallada, los cuales son útiles para la planificación urbana. En temas de gestión ambiental uno de las herramientas más usadas son los mapas de ruido, tiene como objetivo visualizar e identificar los niveles de ruidos presentes en un ambiente.

EL procedimiento para poder caracterizar el ruido se compone de los siguientes puntos:

- Descubrir la o las fuentes de ruido.
- Características de la fuente.
- Analizar condiciones del entorno donde se encuentra la fuente.

Mediante los mapas de ruido se puede identificar en qué lugar o ubicación se genera la mayor y menor cantidad de ruido ambiental, se puede cuantificar el problema de ruido, evaluar la efectividad de las medidas de control tomadas y por otro lado implementarlas en caso de ser necesario, por ejemplo si al implementar medidas de control y al realizar nuevamente una medición ambiental los niveles de ruido no bajan, se mantienen o suben quiere decir que las medidas de control implementadas no eran aptas al problema o se implementaron de forma incorrecta.

Los pasos fundamentales para poder realizar un mapa de ruido o en los que se basa principalmente un mapa de ruido son los siguientes:

- Elección de los puntos de muestreo.
- Elección de los tiempos de muestreo.
- Toma de datos.
- Presentación de los resultados.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.

Los mapas de ruido tienen un rol importante a la hora de analizar las ciudades, ya que mediante esta herramienta podemos identificar y cuantificar el o los problemas que vive la ciudad, la directiva europea establece que la actualización de los mapas de ruido en ciudades debe ser cada 5 años, sin embargo, si la ciudad ha sufrido cambios en su estructura significativos que puedan afectar la cantidad de ruido, se deberá realizar antes.

Existen distintos métodos para determinar los puntos de estaciones de medida como:

- Metodología de viales.
- Metodologías por medios predictivos.
- Metodología de la cuadrícula o de retícula.
- Metodología de zonas específicas
- Metodologías aleatorias.

Metodología de viales.

Los puntos de medición son ubicados a lo largo de fuentes sonoras que tengan mayor importancia, que por lo general corresponden a las calles, debido al tráfico, edificaciones, etc.

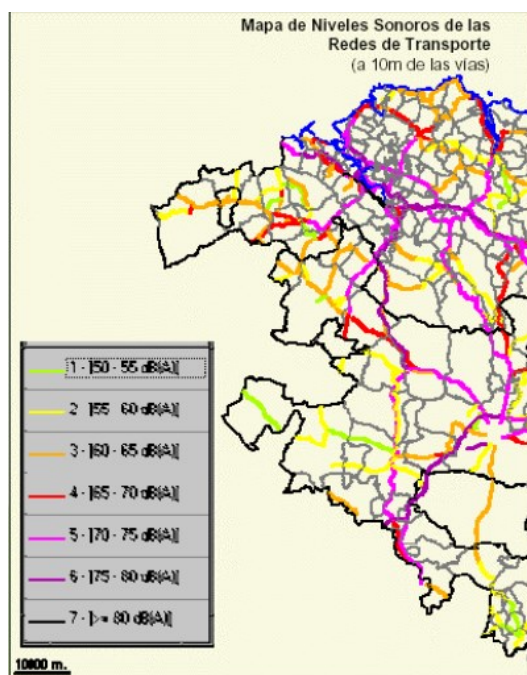


Ilustración N° 2 Metodología viales, extraída CONAMA gobierno de Chile.

Metodologías por medios predictivos.

Se trata de la metodología elaborada más reciente, esta metodología se basa en la aplicación de modelos matemáticos, estos modelos predicen niveles de ruido dependiendo de la fuente sonora, por ejemplo, vehículos, calles, construcciones, maquinas, zonas industriales, etc. Mediante esta metodología se puede definir 2 actores importantes tales como puntos de medida y receptor.

Mediante este método se puede analizar distintos escenarios en el tiempo y condiciones de diseño de fuente de ruido, cabe destacar que este es el único método que lo permite. En el ámbito de impacto ambiental esta metodología juega un papel importante, ya que permite predicciones de impactos de cambios en el medio ambiente, surgiendo así una herramienta que permite visualizar lo impactos de ruido en el medio. Permite a las empresas, por ejemplo, si quieren implementar nuevas medidas, nuevos métodos de trabajo o nuevas maquinarias, proyectar el impacto ambiental que estas tendrán de esta forma decidir si las deben realizar o si necesitan implementarlos de distinta forma para poder cumplir con la legislación y cuidado de los trabajadores.

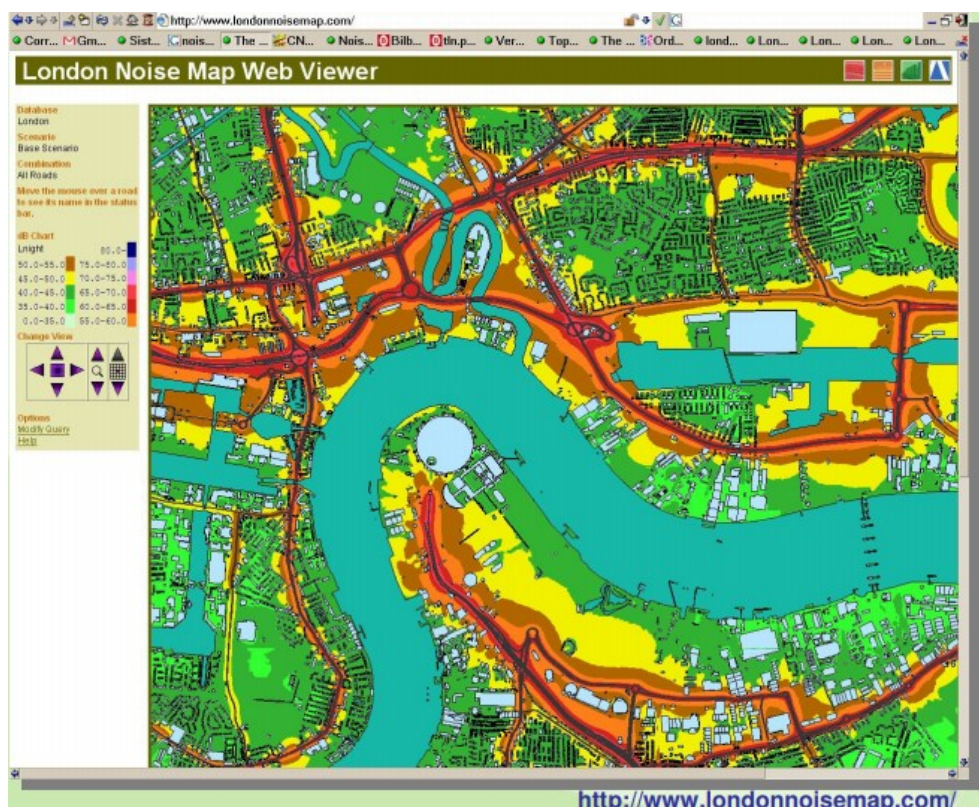


Ilustración N° 3 Metodología por medios predictivas, extraído CONAMA, gobierno de Chile.

Metodología de retícula o cuadrícula.

Mediante esta metodología los puntos se determinan superponiendo los puntos sobre el plano de una retícula, las cuadrículas tienen dimensiones proporcionales a la superficie del área a evaluar, las estaciones de medida se ubicarán en los nodos de la cuadrícula, esta metodología tiene un alto nivel de representatividad, es posible calcular valores globales de seguridad, además mediante esta metodología es posible obtener descriptores, percentiles, estadísticas que describan el comportamiento de la situación a evaluar. No requiere de un estudio previo de la zona, esto debido a que el propio desarrollo de la metodología precisara los puntos de medición.

Sin embargo, una de las desventajas es que es posible que no se mida algunos puntos de interés, debido a que la retícula puede ser muy grande y el punto de interés quede entre dos nodos, además mientras más densa sea la retícula la precisión de medición es mayor pero también conlleva un gasto económico mayor, por lo que elegir el tamaño de la retícula es lo más difícil de este método.

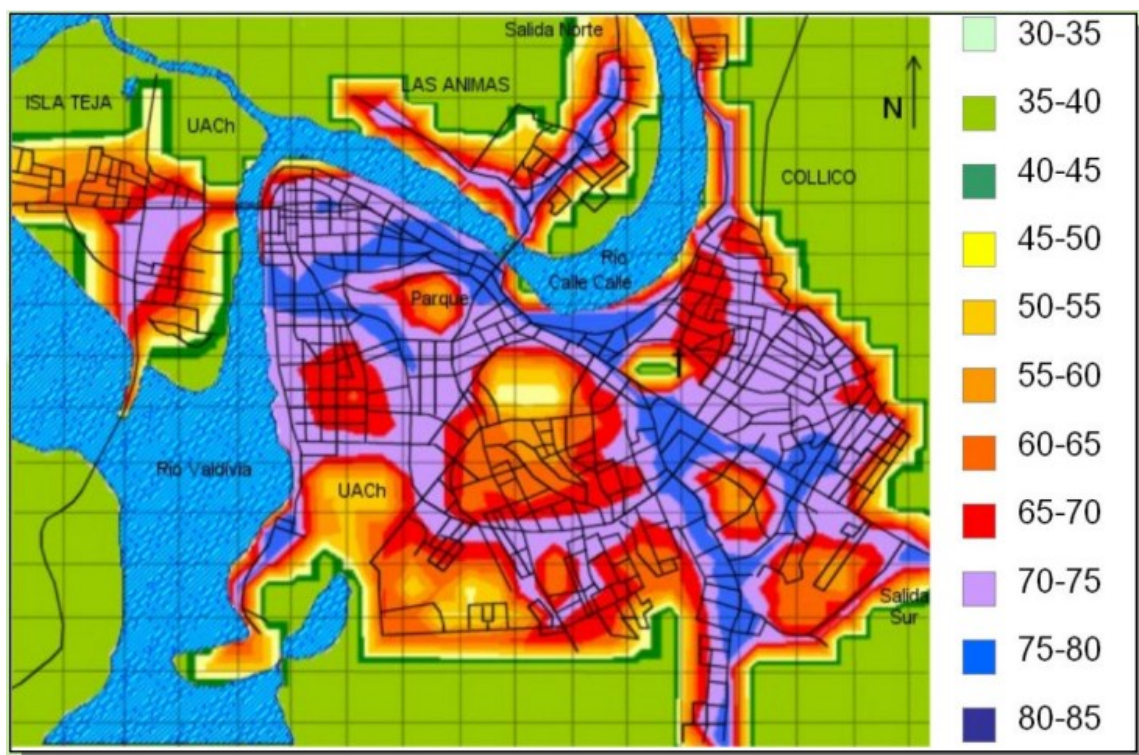


Ilustración N° 4 Metodología de retícula o cuadrícula, extraído de CONAMA, gobierno de Chile.

Metodología de zonas específicas.

En este tipo de metodología los puntos a medir son determinados según el tipo de fuente que se requiera, son distribuidos respondiendo a intereses de medición. Un ejemplo del uso de esta metodología es en los mapas industriales debido a que se basan en normativas propias de cada país, empresa, sector, etc, por lo cual este mismo parámetro determinará la ubicación de los micrófonos, parámetros que se deberán utilizar, los tiempos de las medidas e información que se requiera para la medición. Por otro lado las fuentes fijas como talleres, industrias, colegio, etc tienen normativa asociada a la emisión de ruido de ellas, un mapa mediante esta metodología serviría para satisfacer la normativa, sin embargo esta metodología no es aplicable para otras fuentes como el tráfico, considerada la fuente con más emisiones de ruido en países industrializados (Según OMS).

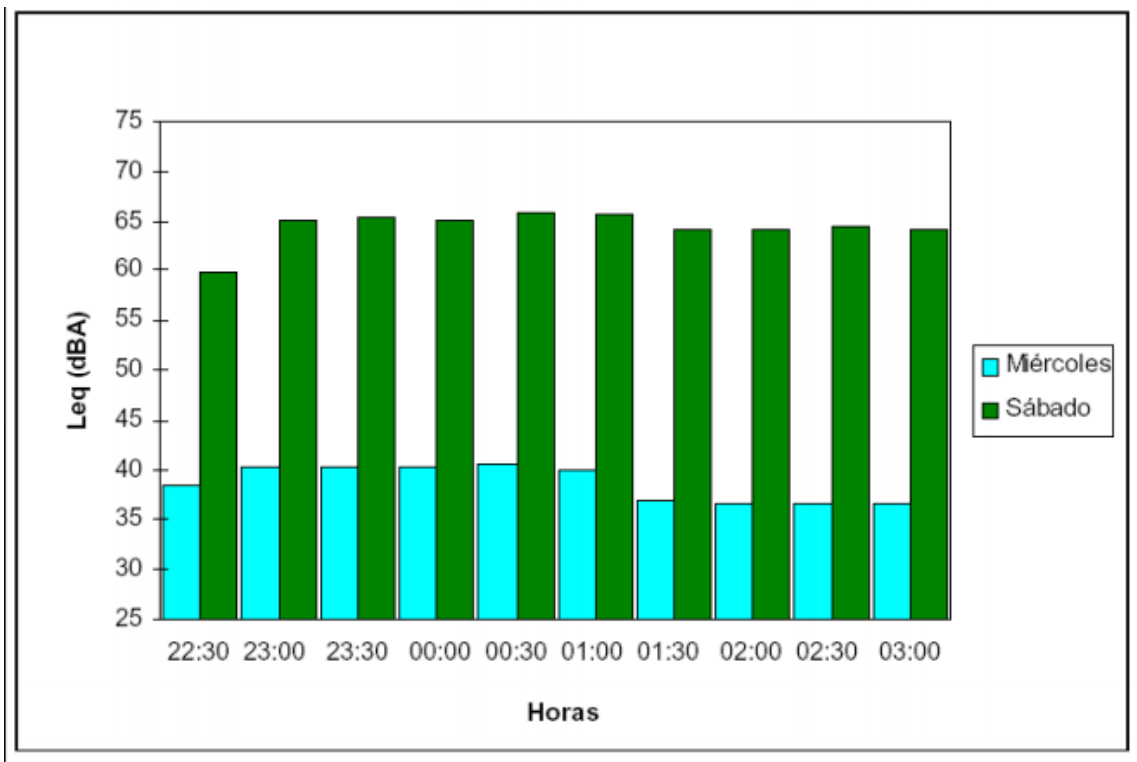


Ilustración nº 5 metodología de zonas específica, extraído de CONAMA, gobierno de Chile.

Metodología mixta o aleatoria.

En esta metodología los puntos de medición se escogen al azar, se suele utilizar para encuestas, inspección al azar, situación de la empresa/industria, etc. Otra forma de determinar los puntos de medición se basa en una forma parecida al método de cuadrícula sin embargo los puntos no se eligen son al azar.

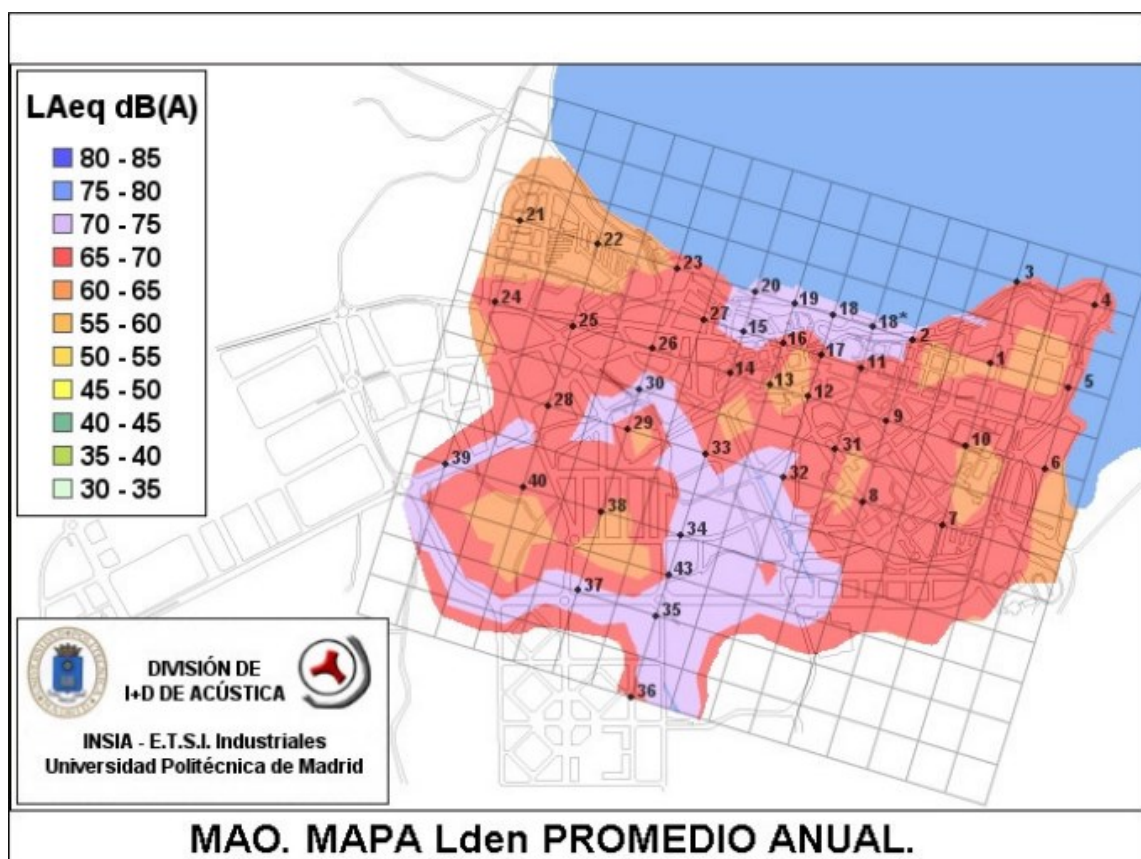


Ilustración N° 6 Metodología mixta o aleatoria, extraído de CONAMA, gobierno de Chile.

1.9 MAPAS DE RUIDO CUALITATIVOS.

Para realizar los mapas cualitativos se debe tener en cuenta algún sistema de puntaje o clasificación en base a los antecedentes relacionados con los siguientes puntos:

- 2 trabajadores con audición normal, de tener que hablarse fuerte o gritarse para comunicarse en el lugar de trabajo, a 2 metros de distancia uno del otro y sin que existan obstáculos entre ellos.
- Capacitación al trabajador en temas de exposición a ruido.
- Posibilidad de aparición de grados de hipoacusia (presencia de tinnitus, incremento del volumen de la voz, personas cercanas que la hayan señalado que está hablando muy fuerte últimamente, cualquier dato relacionado con déficit de audición)
- Existencia de método de control de ruido.

El empleador deberá considerar la metodología de difusión de los mapas cualitativos ya que estos deben estar en conocimiento de los trabajadores, los puntos antes mencionados

se deben considerar hasta que exista una metodología de referencia en relación a esta materia, además se debe incluir en el si la metodología que se ocupo es nacional, internacional normativa o criterios propios.

1.10 MAPAS DE RUIDO CUANTITATIVO.

Este mapa es de carácter informativo, es decir debe estar en conocimiento de todos los trabajadores, por lo cual el empleador deberá buscar una manera de difundir este mapa y la información relacionada a él, para la aplicación del mapa de riesgo cuantitativo se debe considerar aquellos puestos de trabajo donde se supere o iguale uno o más criterios de acción, se debe detallar los siguientes puntos:

- Niveles de ruido o dosis.
- Puesto de trabajo en cuestión.
- Cantidad de trabajadores bajo dicha exposición.

Se deberá dejar explicito las acciones que la empresa adopte en relación a las mediciones realizadas, al igual que en la realización del mapa cualitativo, en este se deberá incluir la información si responde a alguna metodología nacional, internacional, etc.

1.11 COMO SE GENERAN LOS MAPAS DE RUIDO.

Los mapas de ruido comenzaron a crearse con las mediciones, utilizando para ellos logaritmos matemáticos, con los cuales se extrapolaba los valores hacia un punto de referencia, considerando zonas de grandes superficies esto se volvía costoso y requería de una gran cantidad de tiempo, además de considerar que el resultado sería estático y difícil de actualizar ya que para ello se requería de una gran cantidad de tiempo, en la década de 1990 el avance de la tecnología trajo consigo la masificación de los computadores, por lo cual los mapas de ruido comenzaron a crearse desde los computadores, utilizando para esto modelador y simulador, en 1996 Lisboa y posteriormente en la década del 2000 Madrid crean sus mapas de ruido mediante mediciones, este método más tarde se abandonó por la gran cantidad de tiempo asociada, desde la década del 1980 existen diversos programas computacionales para elaborar

estos mapas de ruido, los cuales con el paso del tiempo han mejorado y se han actualizado respondiendo a la demanda cada vez mayor del mercado, la aparición de nueva tecnología y de computadores cada vez más avanzados abren la oportunidad de obtener mapas de ruido cada vez más exactos, más tecnológicos y que requieren de un menor tiempo de producción, con el paso del tiempo se ha creado más software que ayudan a cubrir la demanda en temas de creación de mapas de ruido, los cuales vuelven menos costosa y menos tediosa la creación de estos.

1.12 INSTRUMENTOS PARA REALIZAR MAPAS DE RUIDO.

En la mayoría de los casos, cuando las empresas requieren de mediciones de ruido generalmente contratan a empresas dedicadas a este rubro, por lo cual estas empresas llegan al lugar de la medición con los equipos necesarios, además las empresas dedicadas a mediciones ambientales dentro sus servicios ofrecen los resultados de la medición plasmada en mapas de ruidos, estas empresas poseen software que agilizan el procesamiento de los datos obtenidos para transformarlo en mapas de ruido.

A continuación, se describen y explican los métodos de funcionamiento de algún software y los más utilizados en las industrias para poder desarrollar estos mapas de ruido.

OpeNoise.

Es un instrumento utilizado en el área de gestión ambiental, en el ámbito de mapas de ruido, este instrumento permite estimar niveles de ruido generados ya sea por fuente puntuales, por fuentes de carreteras en puntos de receptores fijos o edificios, mediante variables como la pendiente del terreno, volumen de tráfico, velocidad media de los vehículos, volumen de tráfico y la variable principal que es la presión acústica, este instrumento utiliza dos métodos para su desarrollo, uno es el método nacional francés NMPB-ROUTES-96, el cual es un procedimiento detallado para calcular los niveles sonoros que son causador por vehículos, ruidos de tráfico y el método de CNOSSOS, este método consiste en contar con una capa de carreteras o puntos de emisión de ruido, las cuales deberán contener información de potencia acústica, esta deberá ser en distintos momentos del día, puede ser en el día, tarde y noche o también se puede realizar una media de las tres mediciones.

Al generar la capa de receptores se incluirán por ejemplos edificios, casa, construcciones que estén cerca de vías de tránsito de vehículos, luego de generado la capa de receptores se deberá estimar el nivel de ruido generado en dichos puntos, posterior a esto se trazara una línea que unirá la los putos receptores con el punto de emisión, luego pedirá la presión acústica que se calculó para cada momento del día se ingresa con respecto a la capa de puntos emisores, luego de ingresados los parámetros se podrá calcular los niveles de ruido, cuando se genere el cálculo aparecerá cargada la simbología en el mapa de ruido, asociada al nivel de ruido en relación a lo emitido por lo puntos de emisores.

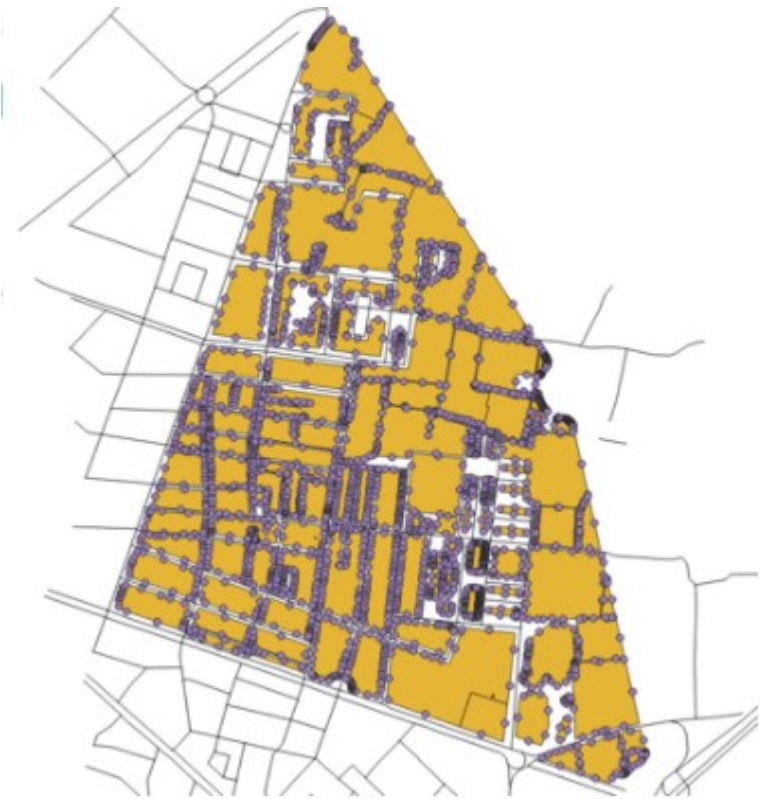


Ilustración N°7 Capa de puntos receptores, extraída de Openoise.



Ilustración N° 8 Mapa de ruido generado con simbología en relación al nivel de ruido de puntos emisores, extraído de Openoise.

Noisewatch.

La agencia ambiental europea (EEA) en colaboración con Microsoft crea una plataforma llamada noise watch, la cual es parte de un proyecto llamado eye on Earth, esta plataforma consiste en la creación de una App gratuita disponible para Iphone, Windows Phone y Android en la cual los ciudadanos la pueden descargar y a través de su celular utilizando el micrófono de este hacer mediciones de ruido, los datos se envían a través de la conexión de internet junto con datos relacionados a la ubicación geográfica, la cual se obtiene del GPS del teléfono, los resultados obtenidos por las personas se envían y se suman a mediciones científicas y oficiales y se incorpora en un mapa de ruido global, llamado mapa Noise Watch de la AEMA, una de las limitaciones que posee esta aplicación es que está sujeta a la susceptibilidad del micrófono de cada teléfono.

Cabe destacar que la misma aplicación advierte que las mediciones realizadas no reemplazan a las mediciones con sonómetro o dosímetro. Si bien este mapa no posee mediciones precisas como lo sería con un sonómetro se vuelve importante la participación de las personas e interesante la interacción y participación.

En el informe sobre el mapa de ruido realizado en Valdivia en la sección 4.2 Aspectos tecnológicos de los proyectos de mapa de ruido se describen algunos modelos utilizados en predicción de ruido utilizados para elaborar mapas de ruido.

Tipo de fuente	Modelo	País
Ruido de Carretera	ASJ RTN 2009	Japón
	CoRTN	Reino Unido
	HARMONOISE/IMAGINE	Unión Europea
	NMPB 2008	Francia
	Nord 2000	Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega, Suecia
	RLS90/VBUS	Alemania
	RMW	Holanda
	RVS 3.02/4.02	Austria
	STL97, SonRoad	Suiza
	FHWA TNM	Estados Unidos
	HJ 2.4 - 2009	China
	ODM 218. 013-2011	Rusia
Ruido Industrial	HARMONOISE/IMAGINE	Unión Europea
	ISO 9613	Internacional
	VDI 2714/VDI 2720/DIN 18005/ TA-Laerm	Alemania
	OeAL 28	Austria
	BS 5228	Reino Unido
	NMPB08 - Industry	Francia
	CONCAWE	Internacional
Ruido Ferroviario	CRN	Reino Unido
	HARMONOISE/IMAGINE	Unión Europea
	Nord 2000	Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega, Suecia
	ONRegel 305011	Austria
	RMR/SRMII	Holanda
	Schall 03/VBUSch	Alemania
	Semibel	Suiza
	FERR3	Portugal
	NFS 31-133	Francia
	FRA-HSGT 2005	Estados Unidos
Ruido de Aviones	VBUF-AzB 2006	Alemania
	OAL 24	Austria
	ECAC Doc. 29 – ICAO doc. 9911	Unión Europea
	HARMONOISE/IMAGINE	Unión Europea

Tabla N°1 Algunos modelos de predicción del ruido usados en la elaboración de mapas de ruido.

En el caso de modelos de ruido vehicular existe una gran variedad, los cuales tienen diferentes ecuaciones de predicción, en Chile los más utilizados para realizar mapas de ruido son los siguientes modelos:

- Modelo Alemán RLS-90: Este es un estándar legal que se utiliza en Alemania para la protección de las calles, el descriptor que utiliza este modelo es L_{eq} 1 hora, además entrega resultados para rangos de tiempos mayores, utiliza el método de la fuente puntual con divergencia, atenuación de terreno, apantallamiento y reflexiones. Utiliza un level mean emission, el cual es el nivel sonoro referencial que predice, este modelo asume la carretera de dos carriles, 0,5 de altura, para poder utilizar este modelo se deben conocer los siguientes puntos:

- a) Nivel de emisión estandarizado básico a 25 metros.
- b) Intensidad de vehículos.
- c) Porcentaje de vehículos pesados.
- d) Velocidad de vehículos livianos.
- e) Corrección por velocidad.
- f) Ajustes sobre la carpeta de la superficie.
- g) Gradiente de la vía.
- h) Adiciones de múltiples reflexiones en presencia de muros de contención.

- Modelo suizo STL-86+.

Este es un modelo oficialmente utilizado en Suiza el cual se calcula en el punto del receptor el L_{eq} ponderado en A, toma en consideración variables topográficas y acústicas, entrega como referencia el nivel de emisión a la distancia de 1 metro del centro de la calzada y a 1 metro de altura. Las variables que intervienen en este modelo son las siguientes:

- a) Intensidad horaria de vehículos.
- b) Velocidad media de circulación.
- c) % de vehículos pesados.
- d) Corrección por pendiente.

- Modelo japonés ASJ RTN-Model 2008.

En este modelo se especifica una fórmula de potencia acústica para cada tipo de vehículo, el cual depende del tipo de pavimento y gradiente de la carretera, para clasificar los vehículos se tiene las siguientes divisiones:

- a) Motocicletas.
- b) Vehículos livianos.
 - i. Vehículos pequeños (Máx 4,7 m de largo).
 - ii. Automóviles para pasajeros (Máx. 10 personas).
- c) Vehículos pesados.
 - i. Vehículos medianos (Min 4,7 m largo capacidad máx 29 pasajeros).
 - ii. Vehículos grandes (Peso sobre 5 toneladas, capacidad máx 30 pasajeros).

- Modelo de países nórdicos STANTENS PLANVERK48/96.

En países como Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia este método es oficial de predicción de ruido de tránsito, en este modelo la propagación y la emisión sonora se evalúan de forma separada, se obtiene el leq ponderado en A en un periodo de 24 horas, se estima a una distancia de 10 metros del centro de una vía de dos carriles, con altura de 1,5 metros sobre el terreno.

- Modelo Francés NMPB-Routes-2008.

En este modelo se clasifica los vehículos en dos categorías.

- a) Vehículos livianos (Máx 3,5 toneladas).
- b) Vehículos pesados (Mayor o igual 3,5 toneladas).

En este método se debe tener la siguiente información para obtener la emisión de ruido:

- a) Tipo y antigüedad de la superficie.
- b) Nivel de ruido de rodadura.
- c) Nivel de ruido de motor.
- d) Nivel de ruido por hora para vehículos ligeros y pesados.

- Modelo de comisión Europea-CNOSSOS-EU: La comisión europea ha desarrollado un sistema de evaluación común para la evaluación del ruido de tránsito rodado, ferrocarril, aviación e industrias, este método se llama Common Noise Assessment Methods in Europe, en este modelo se clasifican los vehículos en 4 categorías.
- - a) Vehículos ligeros (Inferior a 3,5 toneladas).
 - b) Vehículos de peso medio (Superior a 3,5 toneladas).
 - c) Vehículos pesados (Camiones autobuses, con 3 ejes mínimo).
 - d) Vehículos de dos ruedas (Ciclomotores hasta 50cc y motocicletas sobre 50cc).
 - e) Categoría abierta para necesidades.

Este modelo considera los siguientes puntos geométricos para su desarrollo:

- a) Segmentación de la fuente.
 - b) Trayectoria de propagación.
 - c) Reflexiones en fachadas y otros obstáculos verticales.
 - d) Dato de entrada para el cálculo punto a punto.
- Modelo Inglés CoRTN: Este modelo estima niveles de ruido producidos por una vía de tránsito rodado, calcula el nivel de ruido utilizando una variación del descriptor percentil L10 como índice de ruido en tiempos de 1 hora y 18 horas, a una distancia de 10 metros, clasifica los vehículos en dos categorías.
 - a) Vehículos livianos (Máx 1.525 kg).
 - b) Vehículos pesados (Sobre 1.525 kg).

Este modelo obtiene el nivel de emisión de referencia el que se obtiene al sumar los siguientes puntos.

- a) Nivel básico de ruido a 10 metros.
 - b) Corrección por velocidad.
 - c) Corrección por gradiente de la vía.
 - d) Corrección para flujo bajo y para pequeñas distancias a la fuente.
 - e) El efecto sobre el nivel de los diferentes tipos de pavimentos no es considerado en el método oficial.

- Modelo norteamericano FHWA TNM 2.5: Este modelo clasifica los vehículos en 5 categorías.
 - a) Autos livianos (Dos ejes, cuatro neumáticos, inferior a 4,5 toneladas).
 - b) Camiones medianos (Dos ejes, seis neumáticos, entre 4,5 y 12 toneladas).
 - c) Camiones pesados (Tres o más ejes, mayor a 12 toneladas).
 - d) Autobuses (Transporta más de 9 pasajeros).
 - e) Motocicletas.

Este método funciona prediciendo el nivel máximo sonoro emitido por el vehículo que pasa a una distancia de referencia de 15m. De esto se pueden obtener los siguientes datos, nivel sonoro equivalente para una hora, nivel de sonido promedio día-noche y nivel equivalente de ruido de la comunidad.

1.13 MAPAS ACÚSTICOS REALIZADOS EN CHILE.

Mapa de ruido del gran Santiago mediante software de modelación, diciembre 5 de 2011.

Este mapa se realizó con un software que posee el ministerio de medio ambiente, este mapa de ruido se basa en ruidos provenientes de ruido vehicular y de trenes, para esto la clasificación vial se dividió en 6.

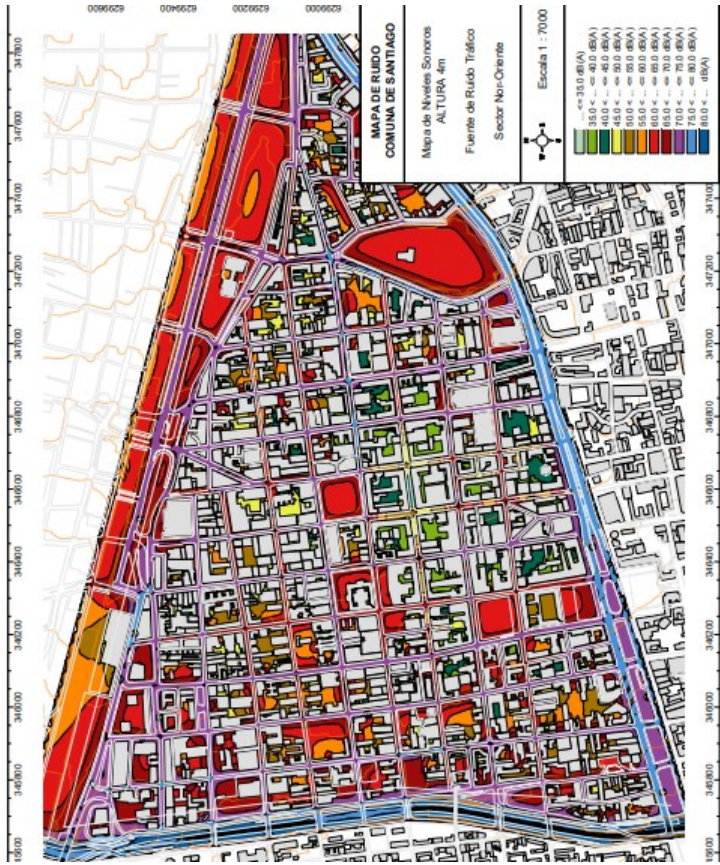


Ilustración N°9 Mapa de ruido de Santiago evaluado en una altura de 4 metros.

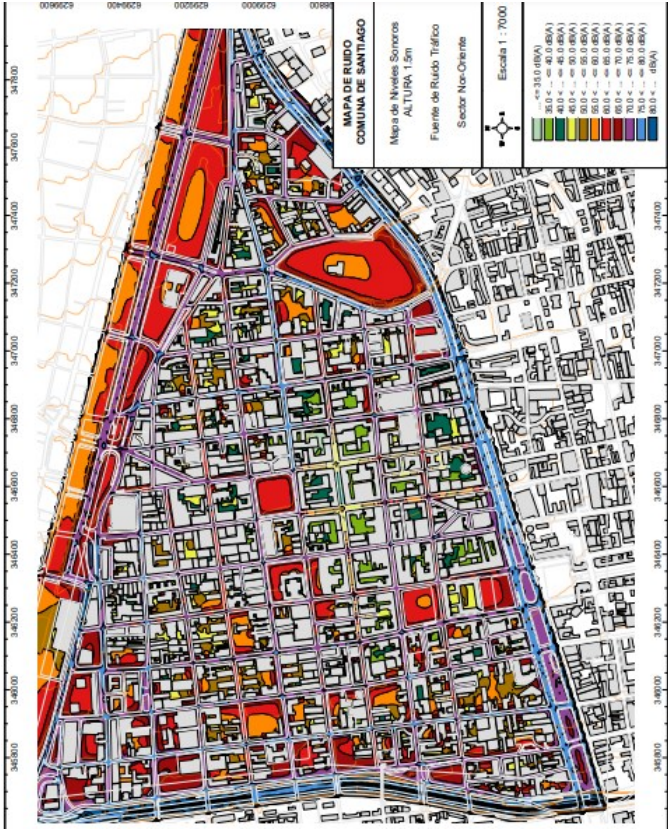


Ilustración N° 10 Mapa de ruido de Santiago evaluado en una altura de 1,5 metros.

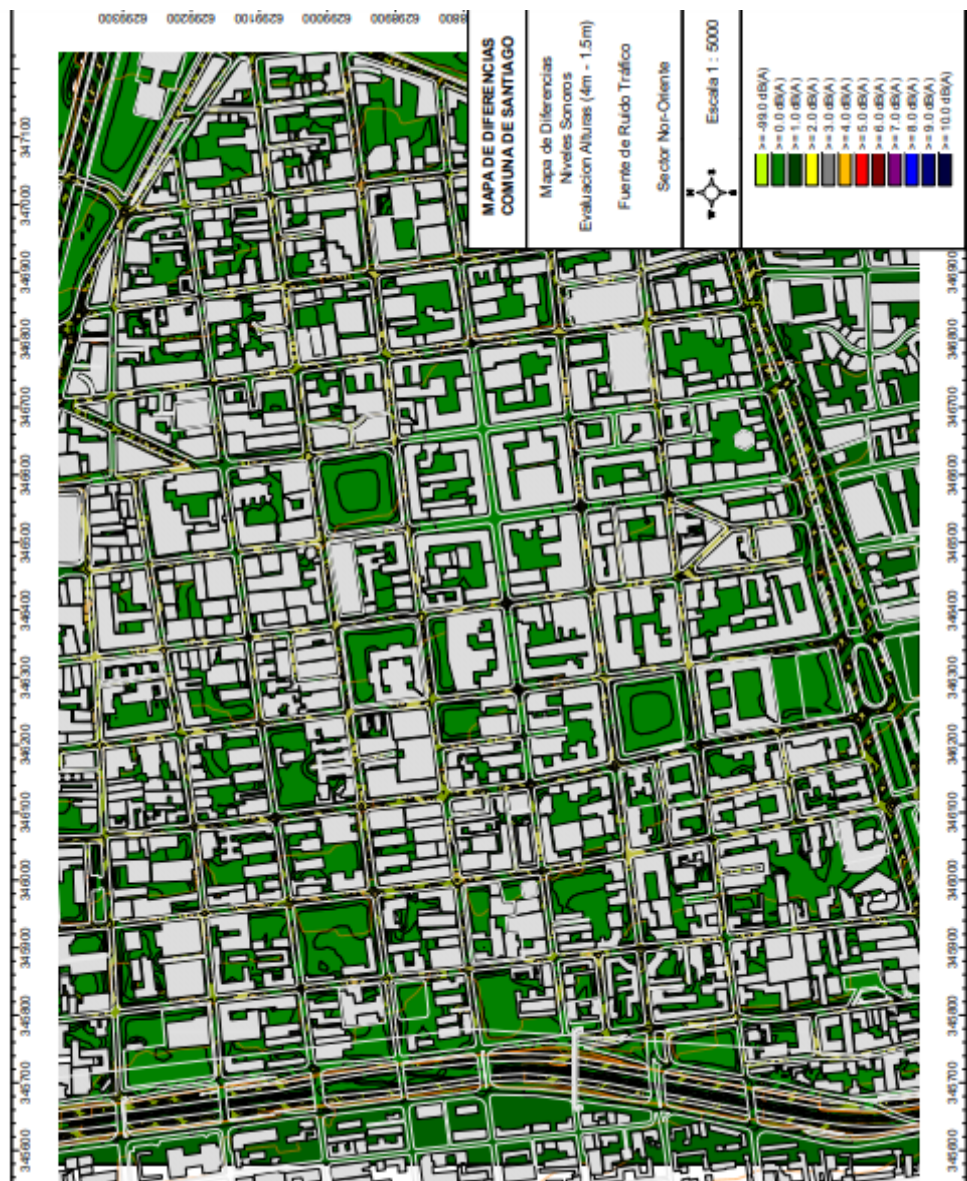


Ilustración N° 11 Mapa de ruido diferencia de mapa de altura 4 metros y 1.5 metros.

En conclusión, se puede apreciar que la diferencia entre los dos mapas es de menos de 1 dBA y en algunas zonas la diferencia es de 2-3 dBA, a continuación, se presentan una tabla comparativa entre el mapa de ruido a una altura de 4 metros y la de 1,5 metros, comparando los resultados por comuna.

Nombre	ID	Nivel 4m (dBA)	Nivel 1.5m (dBA)	Diferencias (dBA)
Alameda (Maipú/Chacabuco)	1.1	76,4	76,5	0,1
Alameda (R.Sotomayor/García Reyes)	1.2	76,2	76,1	0,1
Alameda (J.M.Carrera/Cienfuegos)	1.3	76,2	75,5	0,7
Alameda (Tucapel Jiménez/San Martín)	1.4	75,1	74,9	0,2
Alameda (San Martín/Amunategui)	1.5	73,1	73,6	0,5
Alameda (Morandé/Bandera)	1.6	75,3	75,2	0,1
Alameda (Estado/San Antonio)	1.7	72,4	72,9	0,5
Alameda (Santa Lucía/Lira)	1.9	76,9	76,5	0,4
Alameda (R.Corvalán Melgarejo/Namur)	1.10	76,7	76	0,7
Matucana (San Pablo/Martínez de Rosas)	2.1	73,4	72,9	0,5
Pdte. Balmaceda (Maturana/Av. Brasil)	2.2	74,4	73,8	0,6
Balmaceda	2.3	78,8	78,4	0,4
Cardenal J.M.Caro (Puente/Estado)	2.4	71	70,5	0,5
Vicuña Mackenna (Eulogia Sánchez/Viña del Mar)	2.5	70,7	70,3	0,4
Vicuña Mackenna (Gral. Jofré /Marín)	2.6	70,8	70,4	0,4
Vicuña Mackenna (Santa Elvira/Victoria)	2.7	74	72,4	1,6
Manuel A. Matta (Rogelio Ugarte/Madrid)	2.8	74,6	74,4	0,2
Manuel A. Matta (cura Marchant/Santa Rosa)	2.9	74,9	74,7	0,2
Blanco Encalada	2.10	75	74,8	0,2
Carmen (Marín/Santa Victoria)	3.1	73	72,7	0,3
Rondizzoni (Capitán Wood/Luis Cousiño)	3.2	69,2	69,4	0,2
Nombre	ID	Nivel 4m (dBA)	Nivel 1.5m (dBA)	Diferencias (dBA)
Nuble (San Diego/A. Prat)	3.3	72,7	72,5	0,2
Exposición (Toesca/Blanco Encalada)	3.4	68,7	68,2	0,5
San Martín (Huérfanos/Compañía)	3.5	75,6	75,2	0,4
Gral. Mackenna (Amunategui/Teatinos)	3.6	72,8	72	0,8
Mc Iver (Huérfanos/Agustinas)	3.7	72,1	71,6	0,5
El Mirador (Gaspar de la Barrera/Manuel de Amat)	3.8	68,3	67,9	0,4
San Pablo (Cueto/García Reyes)	3.9	72	72,1	0,1
Mapocho (Brasil/Almte. Barros)	3.10	70,7	70	0,7
Viel Oriente (Sgtó.Aldea/Elena Barros)	3.11	75,5	76,2	0,7
Viel Poniente (Viel/Gral.Rondizzoni)	3.12	76,1	76,8	0,7
Santa Elena (Maule/Nuble)	4.1	67,6	66,9	0,7
Abate Molina (Tucapel/Fray Luis de la Peña)	4.2	69,6	68,2	1,4
Franklin (Artemio Gutiérrez/Sierra Bella)	4.3	71,2	70,7	0,5
Moneda (Cumming/Maturana)	4.4	65,1	64,8	0,3
Nataniel Cox (Mensia de los Nidos/Santa Isabel)	4.5	71,9	71,4	0,5
Victoria (Aldunate/Lord Cochrane)	4.6	69,5	69,3	0,2
San Francisco (Eleuterio Ramírez/Cóndor)	4.7	72,5	72,4	0,1
Sazié (Av. España/República)	4.8	64,4	64,4	0
Amunategui (Catedral/Compañía)	4.9	70,4	69,9	0,5
10 de Julio	4.11	72,3	70,4	1,9
Andes (R. Sotomayor/Cueto)	5.1	72,1	71,8	0,3
Salvador San Fuentes (Av. España/República)	5.2	66,3	66	0,3
Libertad (Erasmus Escala/Moneda)	5.3	71	70,5	0,5
Eyzaguirre (Santa Rosa/San Isidro)	5.4	69,5	69,5	0
Grajales (Abate Molina/Av. España)	5.5	66,3	65,5	0,8
José M.Carrera(Sazié/Grajales)	5.6	64,9	64,4	0,5
Chiloé (Santiaguillo Marina de Gaete/Victoria)	5.7	69,6	68,6	1
García Reyes (Mapocho/Andes)	5.8	66,9	66,8	0,1
Arauco (Eduardo Matte/Berta Fernández)	5.9	72,9	72	0,9
Maipú (San Pablo/Rosas)	5.10	65,3	65,2	0,1
Santo Domingo (Puente/21 de Mayo)	5.11	60,6	60,4	0,2
PROMEDIO				0,5

Tabla N°2 Comparación evaluación receptores, según mapa de ruido comuna de Santiago entre 1,5 y 4 metros.

En conclusión, se requieren los mapas de ruido con respecto a los centros urbanos del país más conflictivos, de esta forma se tiene una claridad y precisión de donde se generan las situaciones más problemáticas y urgentes del país, referente a esto las autoridades más competentes para lo siguiente son:

- Ministerio del medio ambiente.
- Ministerio de salud.
- Ministerio de vivienda y urbanismo.
- Ministerio de obras públicas.
- Ministerio de transportes y Telecomunicaciones.

Con respecto a las mediciones realizadas y al mapa de ruido generado se sugieren implementar algunas medidas preventivas en temas de gestión ambiental.

Tipo de medidas	Ejemplos
Medidas Legales	
Control de emisiones	Valores límites de emisión: ○ Automóviles, motos y ciclomotores ○ Equipos de construcción y de uso exterior ○ Plantas industriales
Control de la transmisión del sonido	Medidas de apantallamiento de ruido
Cartografía y zonificación acústica en el entorno de carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, e industrias y aglomeraciones.	Programas de medida y modelización del ruido
Control de inmisiones	Limitación de los niveles de exposición: ○ Valores límite de inmisión nacionales ○ Campañas de medida y modelización ○ Regulación de situaciones complejas. Planes zonales. ○ Regulación de las actividades recreativas
Límites de velocidad	Áreas residenciales y zonas hospitalarias
Aplicación de normativas	Planes de acción preventivos y correctivos
Requerimientos acústicos mínimos a los edificios	Código técnico para el aislamiento acústico de edificios
Medidas de Ingeniería	
Reducción de emisiones por modificación de la fuente	Capas de rodadura silenciosas Perfil de los neumáticos Cambios en las propiedades de los motores
Aplicación de nuevas tecnologías (MTD's)	Vehículos Material ferroviario Aeronaves Pavimentos menos ruidosos Maquinaria de construcción y uso en el exterior
Reducción de la transmisión	Encapsulamiento de maquinaria Apantallamiento acústico
Orientación de los edificios	Diseño y estructuración para usos tranquilos Uso de edificios para apantallamiento acústico
Gestión del tráfico rodado	Límites de velocidad Regulación por medios electrónicos
Protección pasiva	Aislamiento de viviendas Diseño de fachadas
Planificación territorial y urbanística	Zonificación acústica Separación de usos incompatibles Implantación de zonas de amortiguamientos (o transición) de servidumbre acústica en el entorno de infraestructura de transporte Corredores by-pass para el tráfico pesado Protección de áreas tranquilas

Tipo de medidas	Ejemplos
Educación e Información	
Concienciación del público	Información al público sobre: ○ Efectos del ruido sobre la salud ○ Presentación de quejas ○ Niveles de exposición al ruido ○ Participación en los Planes de Acción
Elaboración de mapas de exposición al ruido	Publicación de los resultados Programas de acción para zonas con mayores niveles de ruido
Formación de expertos en evaluación y gestión del ruido	Programas educativos en la Universidad y Escuelas
Potenciar programas de investigación y desarrollo	Generación de fondos de información sobre las necesidades de investigación científica
Potenciar cambios de comportamiento	Reducción de la velocidad de conducción Uso de bocinas Uso de altavoces para publicidad Uso de sirenas y alarmas

Tabla Nº 3 Actuaciones sugeridas para la gestión ambiental en control de ruido.

Mediante este estudio se puede poner a los municipios como un papel fundamental para la mejora de condiciones acústicas, por ejemplo, se sugiere focalizar más medidas preventivas en las fuentes que más ruido emiten tales como construcciones, actividades de templos religiosos, etc, además esta entidad tendrá que llevar un registro de denuncias de ruido, donde se podrá analizar las denuncias, fiscalizarlas y poder llevar un registro de casos resueltos.

El ayuntamiento de Madrid cuenta con un plan de acción en materia de contaminación acústica, en el cual incorpora un “catálogo de soluciones”, a continuación, se deja un listado con las líneas de actuación y actuaciones.

Línea de Actuación	Actuaciones
1. Sensibilización y Educación Contra el Ruido Actuaciones	1.1 Encuestas a los ciudadanos 1.2 Realización de campañas de comunicación y sensibilización 1.3 Instalación de monitores de información 1.4 Campañas educativas en colegios de primaria 1.5 Fomento de una conducción más silenciosa
2. Movilidad Sostenible	2.1 Promover medios de transporte más silenciosos 2.2 Renovación del parque automovilístico 2.3 Fomento del intercambio modal mediante aparcamientos disuasorios
	2.4 Renovación de la flota de vehículos municipales 2.5 Acceso restringido a vehículos de transporte de mercancías 2.6 Redistribución de líneas de autobuses 2.7 Categorización de viales según su velocidad 2.8 Zona treinta en las proximidades de los edificios educativos y hospitalarios 2.9 Control de velocidad 2.10 Sustitución de superficies viales 2.11 Señales variables 2.12 Rotondas 2.13 Control del parque de vehículos y herramientas de limpieza 2.14 Controlar la emisión de vehículos privados 2.15 Alternativas de recogida de residuos 2.16 Instalación de puntos de carga eléctrica en los parkings 2.17 Protección de las áreas de influencia de las bases de vehículos de emergencia 2.18 Control acústico de la maquinaria empleada en obras en la vía pública
3. Actuaciones de Control de Ruido Provocado por Ocio Nocturno	3.1 Técnicos especializados en ruido 3.2 Potenciar las patrullas conjuntas 3.3 Mapa de ocio nocturno 3.4 Localización de zonas de conflicto por ocio nocturno 3.5 Medidas específicas de rehabilitación acústica en entornos saturados de ocio
4. Actuaciones sobre el Paisaje Urbano	4.1 Cambio en el eje de trayectoria de los ejes viales 4.2 Ampliación de aceras mediante el estrechamiento de calzadas 4.3 Sustituir el adoquinado 4.4 Apantallamientos acústicos 4.5 Creación de un plan de aislamiento acústico
5. Ordenación del Territorio	5.1 Distribución de habitaciones compatible con el ruido 5.2 Ordenación estratégica de usos del suelo 5.3 Delimitación de zonas residenciales sensibles 5.4 Medidas especiales para la protección de espacios naturales

Tabla Nº 4 Catálogo de soluciones del plan de acción en materia de contaminación acústica.

Mapa de ruido Valdivia, Temuco- Padre las casas y Coquimbo- La serena año 2015.

Mapa de ruido de Valdivia.

En este mapa se consideró periodos diurnos y nocturnos de los sectores de Valdivia, Temuco- Padre las casas y Coquimbo-La serena, las fuentes de ruido que fueron modeladas fueron vehicular y en el caso de Temuco-Padre las casas Coquimbo- La serena se incluyó el transito ferroviario. Se registraron en cada ciudad 100 mediciones de verificación, 100 de flujo diurno y por ultimo 100 de flujo nocturno, las mediciones contaron con un equipo fijo de medición, estaciones de mediciones semanales con la finalidad de validar los puntos de medición móviles, con respecto al mapa de ruido de Santiago generado en el año 2011, este se usó como base para los mapas de ruido generados en esta ocasión, para esta oportunidad en este informe se incorporó una subclasificación vial, en la cual se separó vías con y sin locomoción colectiva pesada, además los mapas de ruido que se generaron en esta ocasión incorporan las edificaciones como una unidad, no las separa por manzanas, logrando de esta forma una mayor precisión.

Primero se calculó la superficie expuesta a los valores de ruido, en periodos diurnos y nocturnos, según recomendaciones internacionales, los valores apropiados con en el caso diurno 65 dBA y en caso de la noche 55 dBA. A continuación, se adjunta un cuadro con la superficie que cumple con las recomendaciones internacionales.

VALDIVIA		TEMUCO-PADRE LAS CASAS		LA SERENA-COQUIMBO	
Superficie Modelada 38 km ²		Superficie Modelada 54 km ²		Superficie Modelada 84 km ²	
Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
90.5%	94.1%	82.7%	91.8%	91.1%	85.1%

Tabla Nº 5 Superficie que cumple recomendaciones internacionales en periodos diurnos y nocturnos (en porcentajes).

También se estudió centros educacionales por ciudad, esto con el fin de evidenciar la cantidad (en porcentaje) de centros de educación superan las recomendaciones internacionales de 65 dBA durante el día.

VALDIVIA	TEMUCO-PADRE LAS CASAS	LA SERENA-COQUIMBO
Establecimientos de Educación: 75	Establecimientos de Educación: 127	Establecimientos de Educación: 152
58.4%	57.1%	51.0%

Tabla N° 6 Establecimientos de educación sobre recomendaciones internacionales en periodos diurnos (en porcentajes).

Se evaluó los establecimientos de salud que se encuentran sobre las recomendaciones internacionales 65 dBA.

VALDIVIA	TEMUCO-PADRE LAS CASAS	LA SERENA-COQUIMBO
Establecimientos de Salud: 11	Establecimientos de Salud: 25	Establecimientos de Salud: 25
36.4%	32.0%	24.0%

Tabla N° 7 Establecimientos de salud sobre recomendaciones internacionales en periodo diurno (en porcentajes).

Con respecto a los planes de acción que se requiere en Chile el informe establece que se debe realizar gestión en tres niveles Nacional contando para ello con normas, políticas y estrategias, regional o intercomunal contando para ello con estudios, priorización y financiamiento de las medidas que se requiera adoptar y por ultimo nivel local o comunal contando para ello con análisis de casos, elaboración de planes y medidas de seguimiento.

Tomando en consideración que en la mayoría de los casos el aporte de ruido de mayor consideración se lo lleva el transporte, además de considerar que cada vez la población va en aumento al igual que las vías de transporte, esto indica que la población expuesta tiende a ir en aumento igual, por lo cual la medidas más urgentes a implementar son dos, como primera medida se tiene integrar métodos y lineamientos para crear indicadores cuantitativos de ruido del transporte y de esta forma los indicadores podrán evaluarse con la población presente y futura, y la segunda medida a adoptar es incorporar estándares mínimos de protección acústica en fachadas expuestas a ruido.

En el caso del estudio de Valdivia ya existían estudios en ámbito de ruido, los cuales sirvieron de apoyo a este nuevo estudio.

- Estudio subjetivo de acústica ambiental en Valdivia, este estudio fue el primero realizado en Chile, en el cual mediante una encuesta se obtuvieron los siguientes resultados, 46% de la población declara sentir medianamente sensible al ruido ambiental, 26% muy sensible y un 3% nada sensible.

- Estudio de valorización acústica de espacios verdes en Valdivia, en este estudio se valorizo las áreas verdes existentes en esta ciudad, se obtuvo que un 58% de la superficie existe alguna área verde.
- Estudio de paisaje sonoro en Valdivia, este estudio demuestra los patrimonios más importante para los ciudadanos por lo cual permite la valorización de ellos, en este estudio se realizaron grabaciones sonoras binaurales, para ellos se seleccionaron 16 paisajes incluyendo áreas verdes más visitadas de la ciudad y entornos a tipos de calles de la ciudad, este estudio aporta a eventos sonoros de la ciudad, ayudando al desarrollo del mapa de ruido.

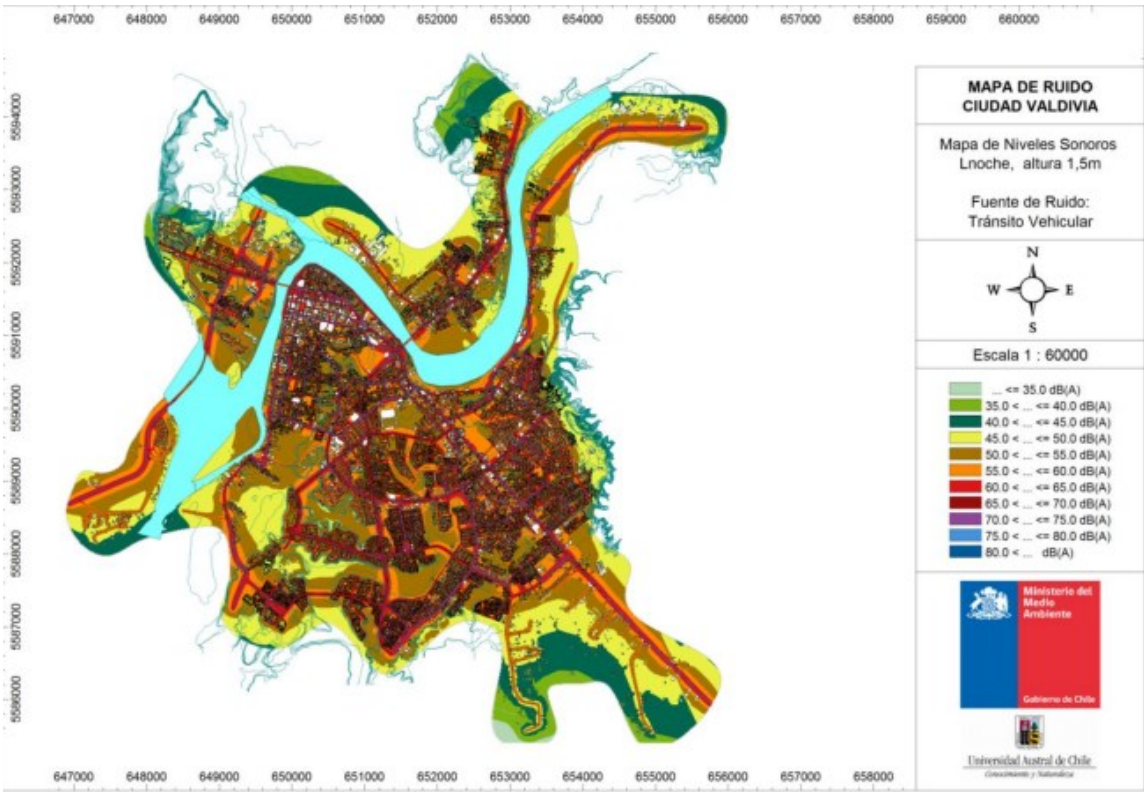


Ilustración N° 12 Mapa de ruido nivel día para Valdivia.

Además, se establecieron 4 estaciones fijas, las cuales arrojaron mediciones continuas durante 6 días, el mapa de ruido generado con los datos obtenidos, se generó desde el análisis del tipo de vía y con y sin locomoción colectiva.

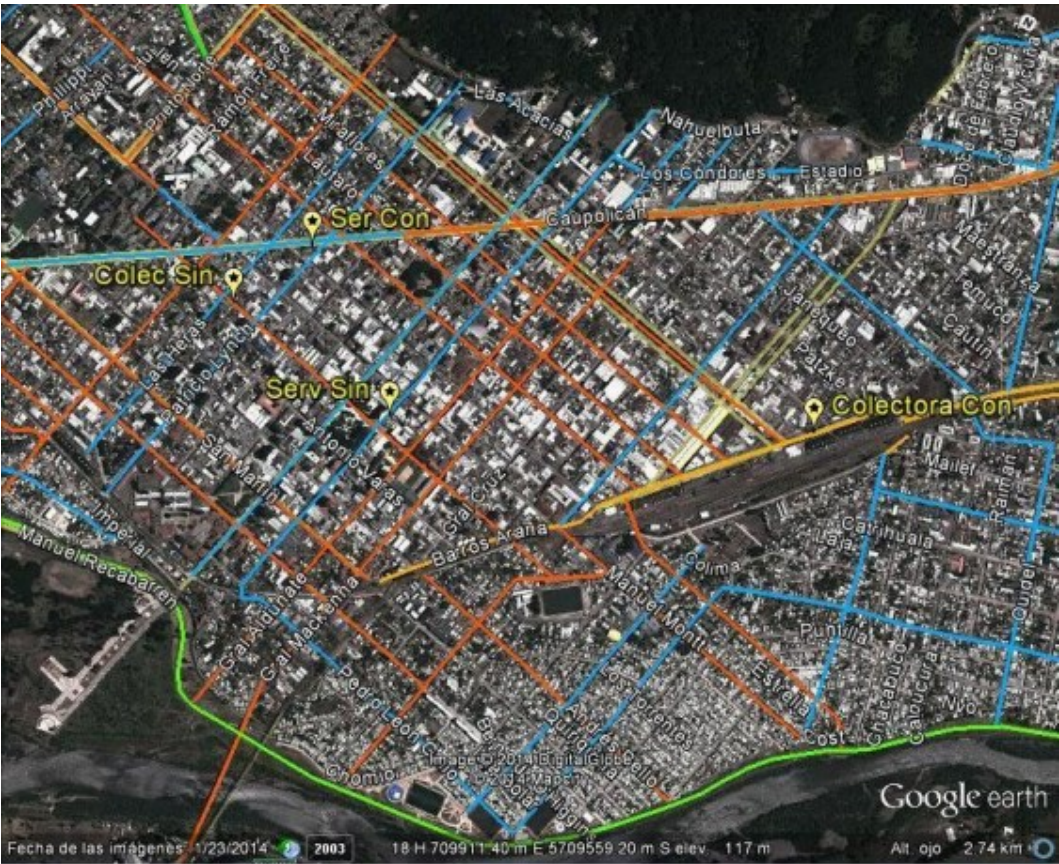


Ilustración N° 15 Localización de estaciones fijas en el mapa de Temuco-Padre las casas.

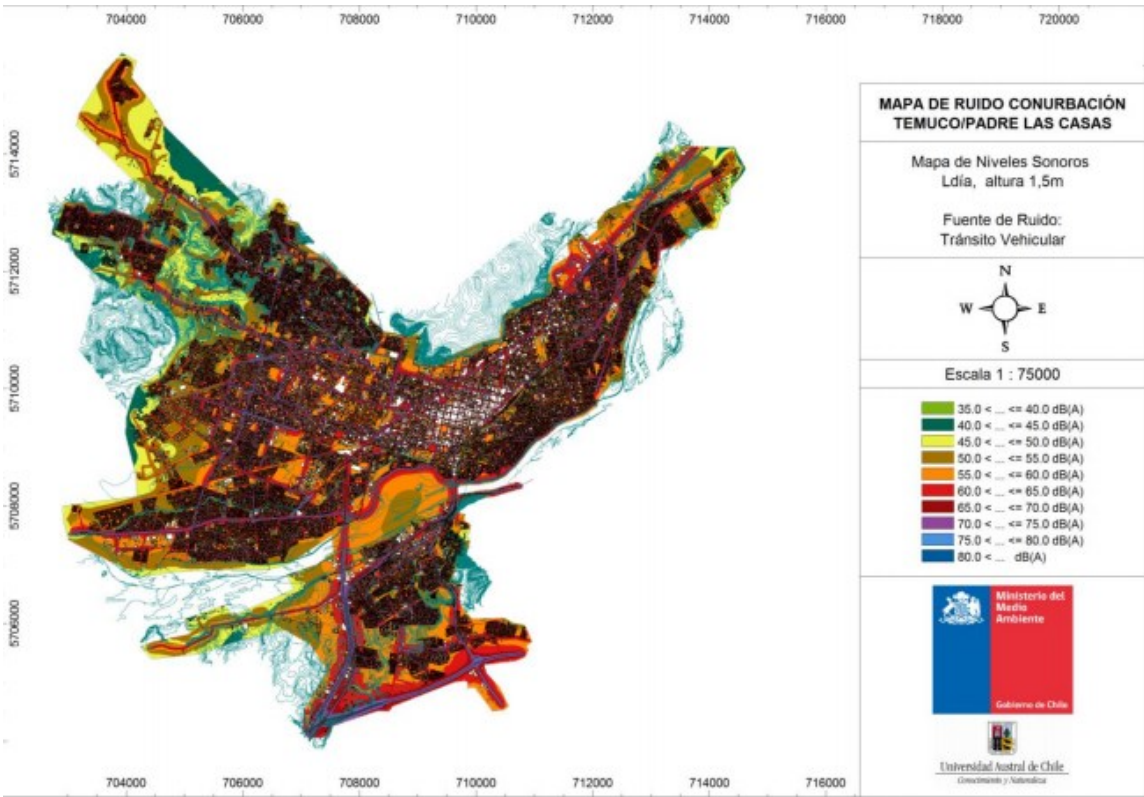


Ilustración N°16 Mapa de ruido Ld (nivel día) de la ciudad Temuco-Padre las casas.

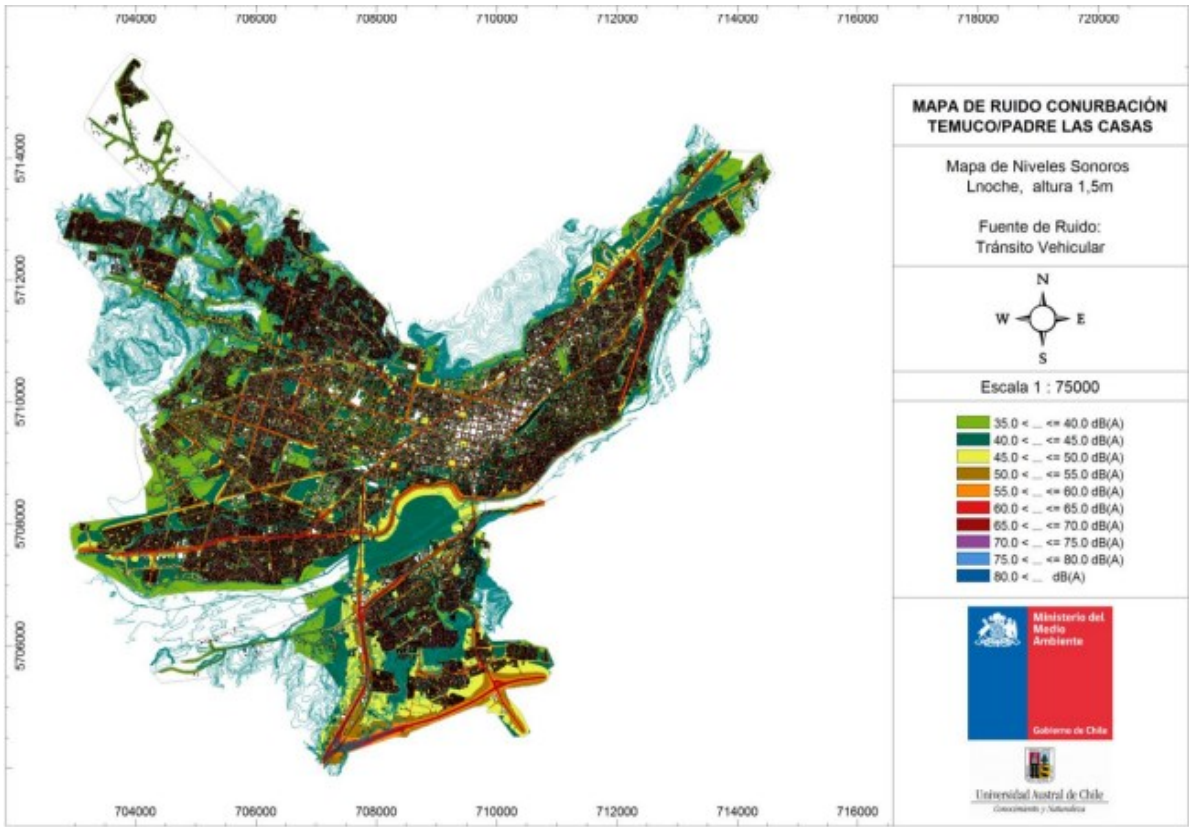


Ilustración N° 17 Mapa de ruido Ln (Nivel noche) de la ciudad de Temuco-Padre las casas.

Mapa de ruido de La Serena-Coquimbo.

En el caso del estudio de La Serena-Coquimbo se utilizaron los mismos instrumentos y metodología utilizada en la creación del mapa de ruido de Valdivia, en este caso se realizaron 114 mediciones acústicas, además 229 conteos diurnos y 111 nocturnos, al igual que en el caso anterior se contó con 4 estaciones fijas, las cuales generaron registros continuos tanto diurno como nocturno.

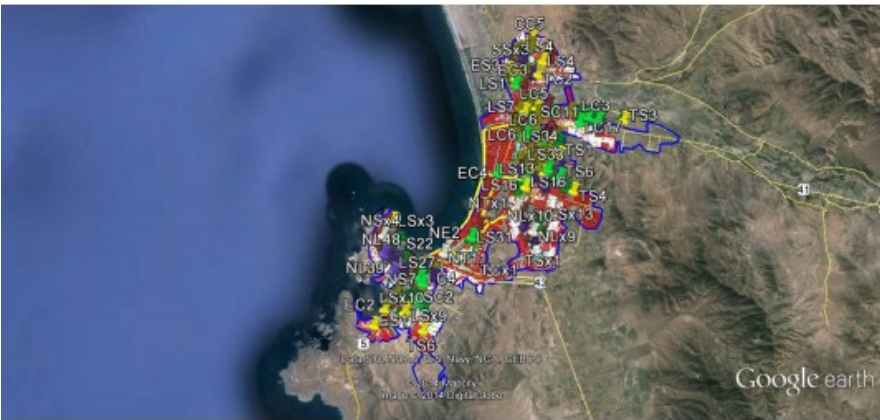


Ilustración N° 18 Distribución de los puntos de medición en el área a modelar La Serena-Coquimbo.

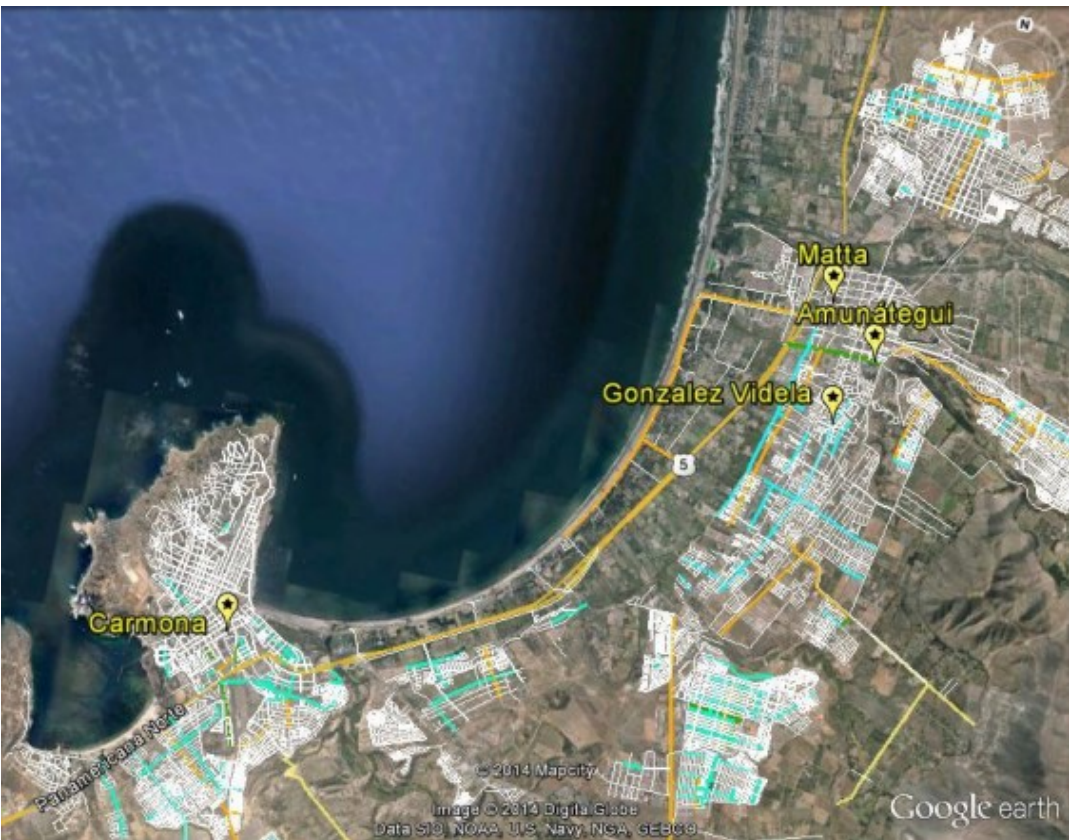


Ilustración N° 19 Localización de estaciones fijas en el mapa de La Serena-Coquimbo.

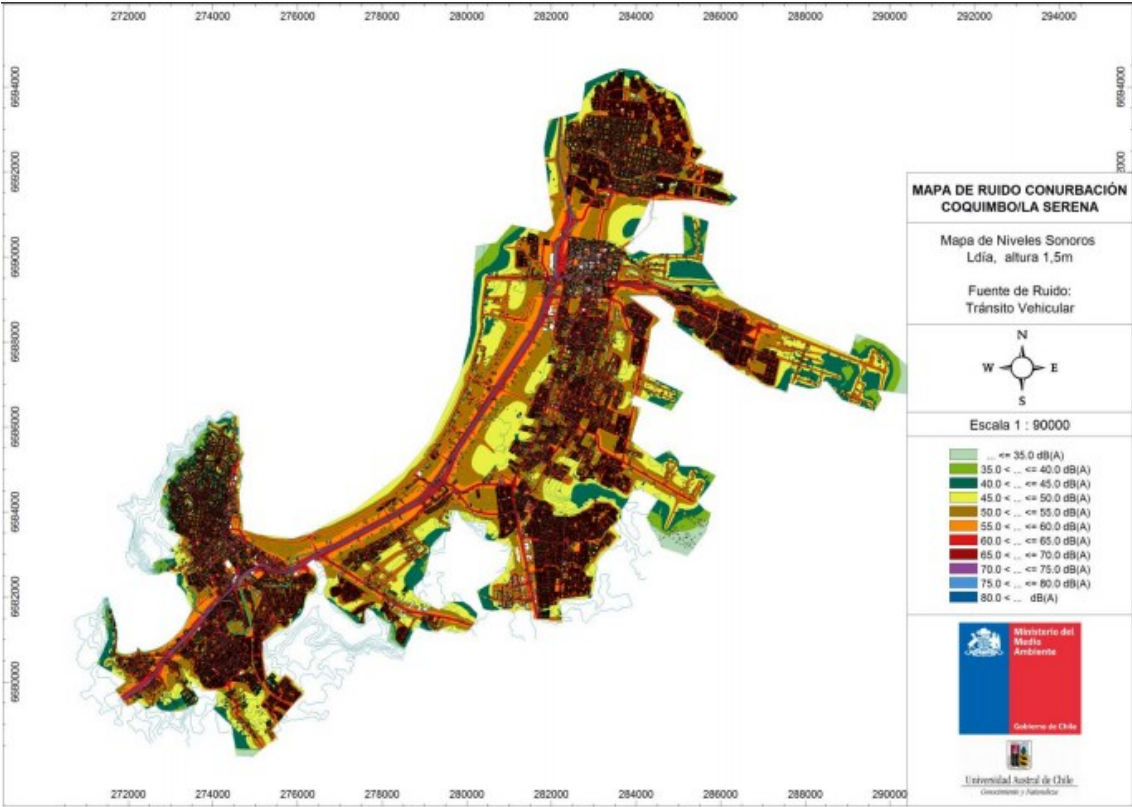


Ilustración N° 20 Mapa de ruido Ld (Nivel día) de La Serena-Coquimbo.

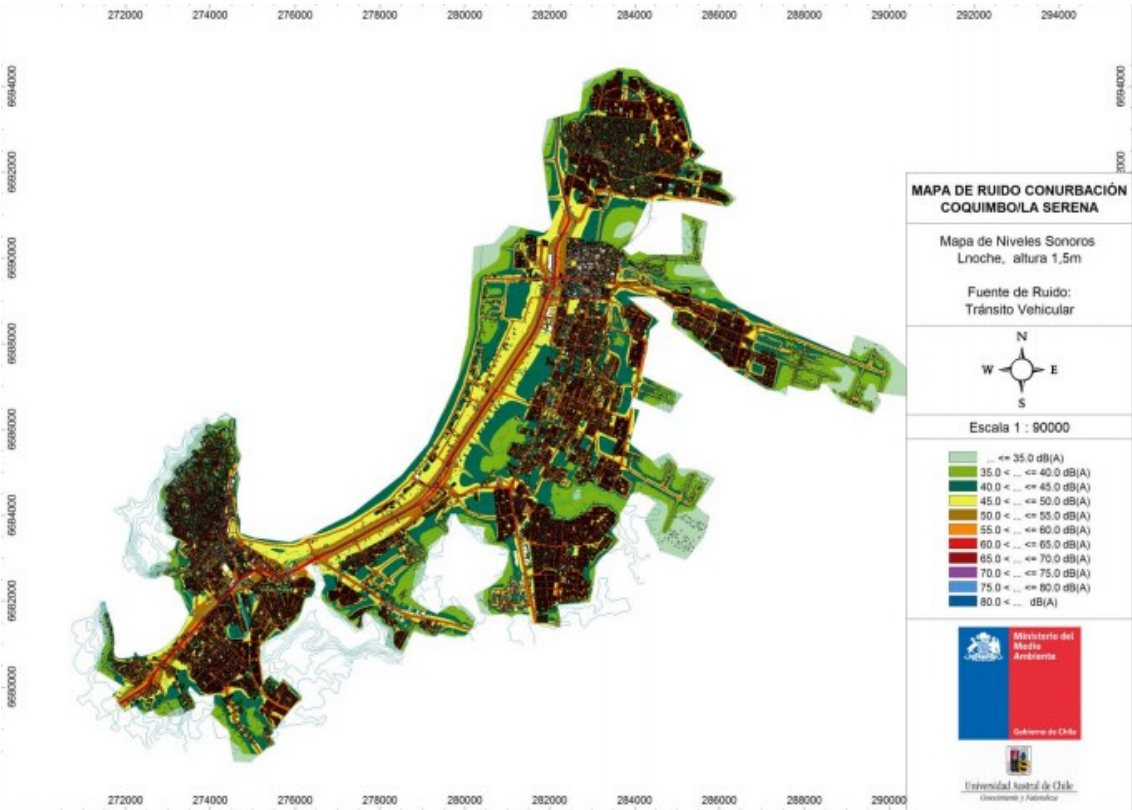


Ilustración N° 21 Mapa de ruido Ln (nivel noche) de La Serena-Coquimbo.

Análisis de los mapas de ruido.

En el caso del mapa de ruido realizado en Valdivia, la superficie total estudiada fue de 38 Km², se concluyó que el 90,5% de la superficie estudiada está bajo los 65 dBA durante el día, un 94,12% bajo los 55 dBA en el caso de la noche, además se analizaron los establecimientos educacionales, los resultados se adjuntan en la siguiente imagen.

Intervalos de ruido diurno Ld dB(A)	Cantidad de establecimientos educacionales	Porcentaje de establecimientos educacionales
45-50	1	1.4
50-55	5	5.6
55-60	11	13.9
60-65	16	20.8
65-70	31	43.1
70-75	11	15.3

Tabla Nº 8 Nivel de exposición al ruido diurno de establecimientos educaciones de Valdivia.

En el caso del estudio de los establecimientos educacionales en Valdivia se obtuvo que un 58,3% de los centros educacionales se encuentran sobre los 65 dBA diurno.

En el caso de los centros de salud, se obtuvieron los siguientes resultados.

Intervalos de ruido diurno Ld dB(A)	Cantidad de establecimientos de salud	Porcentaje de establecimientos de salud
45-50	0	0
50-55	1	9,1
55-60	2	18,2
60-65	4	36,4
65-70	3	27,3
70-75	1	9,1

Tabla Nº 9 Nivel de exposición de ruido en centros de salud en Valdivia.

En este caso se pudo concluir que un 36,4% de los centros de salud están sobre los 65 dBA diurno, en el caso del análisis de la población potencialmente expuesta a ruido, si bien no se tiene con certeza la cantidad de área afectada, se puede hacer una estimación, para esto se utilizaron datos del censo 2002, debido a que el censo del año 2012, no entrega información a nivel de distritos, para la estimación de personas afectadas por el

ruido se establecen 10 distritos de la zona de Valdivia representadas en la siguiente imagen.



Ilustración N° 22 Distritos de la zona de Valdivia.

Debido a que los datos de densidad de población son conocidos (debido a datos del censo 2002) se puede hacer una estimación de la cantidad de personas potencialmente afectadas por el ruido, la cual queda reflejada en la siguiente tabla, de la cual se puede concluir que la cantidad de personas potencialmente afectadas por el ruido diurno es de 8.329 personas cuyos valores sobrepasarían los 65 dBA.

Estimación Población base censo 2002 potencialmente afectada por ruido diurno [dBA]				Estimación Población 2012 potencialmente afectada por ruido diurno [dBA]			
Distrito	65-70	70-75	75-80	Distrito	65-70	70-75	75-80
1	391	336	103	1	433	372	114
2	75	50	11	2	83	55	13
3	492	294	91	3	546	326	100
4	87	75	13	4	96	83	14
5	505	414	100	5	560	459	110
6	42	36	5	6	47	40	6
7	137	100	22	7	152	111	24
8	782	529	77	8	866	586	85
9	793	579	124	9	879	642	138
10	656	471	128	10	727	522	142
Total	3960	2884	673	Total	4388	3196	745

Tabla N° 10 Población estimada de personas afectadas por el ruido.

En el mapa de ruido de Temuco-Padre las casas se concluyó lo siguiente, en tema de establecimientos educacionales un 57,1% de ellos se encuentran sobre los 65 dBA diurno.

Intervalos de ruido diurno Ld dBA	Cantidad de establecimientos educacionales	Porcentaje de establecimientos educacionales
45-50	1	0,8
50-55	3	2,4
55-60	22	17,3
60-65	29	22,8
65-70	50	39,4
70-75	20	15,7
75-80	2	2

Tabla N° 11 Nivel de exposición diurno de establecimientos educacionales de Temuco-Padre las casas.

Centros de salud se obtuvo que un 32,0% de ellos sus niveles de dBA diurnos sobrepasaban los 65.

Intervalos de ruido diurno Ld dB(A)	Cantidad de establecimientos de salud	Porcentaje de establecimientos de salud
45-50	1	4
50-55	1	4
55-60	8	32
60-65	7	28
65-70	5	20
70-75	3	12

Tabla N° 12 Nivel de exposición diurno de centros de salud de Temuco-Padre las casas.

En el caso de la estimación de personas potencialmente afectadas se utilizó la misma metodología que en el caso de Valdivia, se utilizó la información obtenida en el censo 2002.

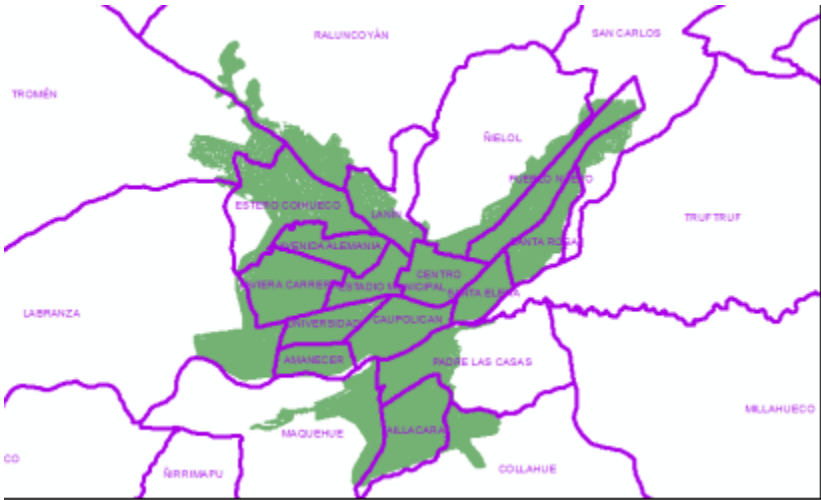


Ilustración N° 23 Distrito de la zona de Temuco- Padre las casas.

Distrito Censal Temuco	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	85-90	Total Población potencialmente expuesta sobre 60 dBA
Centro	1.794	1.130	997	589	6	-	4.515
Estadio Municipal	1.539	696	552	315	0	-	3.102
Amanecer	1.927	534	331	73	0	-	2.864
Santa Elena	2.555	941	678	301	0	-	4.475
Santa Rosa	1.718	862	813	167	1	-	3.560
Pueblo Nuevo	2.438	1136	1288	634	28	-	5.524
Nielol	120	47	43	16	0	-	226
Lanín	1.426	506	550	225	50	-	2.757
Avenida Alemania	2.471	786	725	569	24	-	4.574
Labranza	75	23	20	7	0	-	125
Tromén	21	6	5	0	0	-	31
San Carlos	7	3	2	1	0	-	12
Raluncoyán	65	37	22	8	2	-	134
Caupolicán	2.100	865	708	400	4	-	4.077
Universidad	2.156	734	1130	409	9	-	4.437
Javiera Carrera	3.214	736	843	360	1	-	5.154
Estero Coihueco	1.528	526	458	199	0	-	2.710
Distrito Censal P. Las Casas	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	85-90	Total Población potencialmente expuesta sobre 60 dBA
Maquehue	46	22	14	7	9	0	98
Padre Las Casas	680	293	271	226	38	0	1.509
Aillacara	5.795	2.659	1.636	864	484	156	11.592
Collahue	38	18	9	5	3	0	73
Total	31.711	12.558	11.094	5.373	659	156	61.551

<i>Distrito Censal Temuco</i>	<i>55-60</i>	<i>60-65</i>	<i>65-70</i>	<i>70-75</i>	<i>75-80</i>	<i>Total Población potencialmente expuesta sobre 55 dBA</i>
Centro	1223	193	0	-	-	1416
Estadio Municipal	547	55	0	-	-	603
Amanecer	274	71	0	-	-	345
Santa Elena	809	329	220	-	-	1364
Santa Rosa	338	288	49	-	-	675
Pueblo Nuevo	856	326	59	-	-	1240
Nielol	37	3	0	-	-	41
Lanín	130	125	172	-	-	429
Avenida Alemania	677	185	0	-	-	862
Labranza	18	18	2	-	-	39
Tromén	0	0	0	-	-	0
San Carlos	1	1	0	-	-	2
Raluncoyán	4	5	6	-	-	15
Caupolicán	659	441	99	-	-	1200
Universidad	626	611	90	-	-	1328
Javiera Carrera	1147	91	0	-	-	1238
Estero Coihueco	385	58	0	-	-	443
<i>Distrito Censal P. Las Casas</i>	<i>55-60</i>	<i>60-65</i>	<i>65-70</i>	<i>70-75</i>	<i>75-80</i>	<i>Total Población potencialmente expuesta sobre 55 dBA</i>
Maquehue	11	7	10	2	0	30
Padre Las Casas	296	160	109	3	0	568
Aillacara	1711	637	472	357	34	3210
Collahue	11	6	5	1	0	22
Total	9.760	3.610	1.294	371	34	15.069

Tabla N° 13 Población potencialmente afectada por ruido diurno.

Con respecto a esta tabla se concluye que 29.894 personas serian potencialmente afectadas con un valor de 65 dBA y en el caso nocturno 15.069 personas estarían expuestas sobre 55 dBA.

La Serena-Coquimbo un 51% de los establecimientos educacionales obtuvieron valores sobre 65 dBA diurnos.

Intervalos de ruido diurno Ld dBA	Cantidad de establecimientos educacionales	Porcentaje de establecimientos educacionales %
45-50	1	1
50-55	17	11
55-60	15	10
60-65	40	26
65-70	47	30
70-75	31	20
75-80	1	1
80-85	0	0

Tabla N° 14 Nivel de exposición a ruido diurno en establecimientos educacionales de La Serena-Coquimbo.

En centros de salud se obtuvo que un 24,0% de ellos registra valores sobre 65 dBA diurnos.

Intervalos de ruido diurno Ld dBA	Cantidad de establecimientos de Salud	Porcentaje de establecimientos de Salud
45-50	2	8
50-55	4	16
55-60	6	24
60-65	7	28
65-70	4	16
70-75	2	8
75-80	0	0
80-85	0	0

Tabla N° 15 Nivel de exposición de ruido de centros de salud en La Serena- Coquimbo.

Para el caso de la estimación de población potencialmente afectada por el ruido, se siguió con la misma línea utilizando los datos del censo 2002, distribuido por distritos.

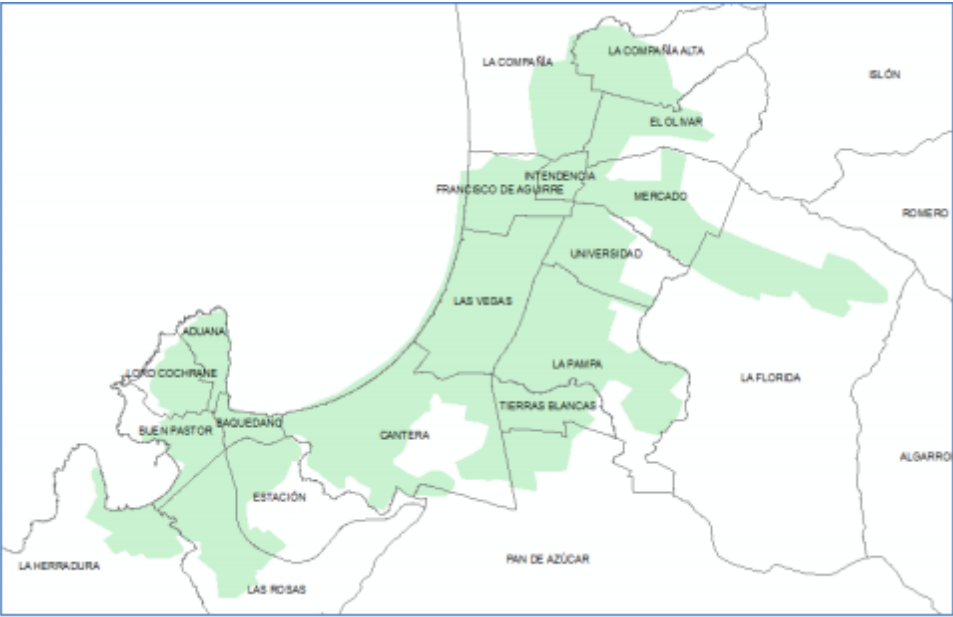


Ilustración N° 24 Distritos de la zona de Temuco-Padre las casas.

Distrito Censal Serena	60-65	66-70	71-75	76-80	81-85	Población Total 2002	Total Población sobre 60 dBA
Intendencia	479	223	140	43	10	2.611	895
Mercado	1.317	435	247	21	0	19.214	2.019
Francisco de Aguirre	329	122	53	15	2	2.769	522
Las Vegas	804	354	154	112	4	8.429	1.428
La Pampa	2.512	762	291	2	0	25.225	3.567
la Florida	86	18	11	1	0	7.963	117
La Compañía	19	8	5	1	0	15.354	35
Universidad	1.515	753	379	16	0	15.060	2.663
La Compañía Alta	3.160	639	170	3	0	32.131	3.972
El Olivar	1.079	470	294	8	0	22.005	1.851

Distrito Censal Coquimbo	60-65	66-70	71-75	76-80	81-85	Población Total 2002	Total Población sobre 60 dBA
Aduana	934	362	166	5		9.366	1.467
Lord Cochrane	1642	595	278	10		19.625	2.525
Buen Pastor	1125	464	331	160	2	11.150	2.082
Baquedano	624	316	233	100	1	3.887	1.275
Cantera	1124	390	214	82	1	13.836	1.811
Pan de Azúcar	48	16	8	0		13.852	73
La Herradura	5	2	1	1	0	2.866	8
Estación	1718	568	243	44	1	25.219	2.573
Tierras Blancas	3599	1466	856	47		23.960	5.968
Las Rosas	1225	382	263	42	0	28.240	1.913
Total	23.346	8.345	4.338	714	22	302.762	36.765

Tabla N° 16 Estimación de la población potencialmente expuesta a ruido de Temuco-Padre las casas.

Por lo tanto 13.419 personas estarían expuestas a niveles de ruido sobre 65 dBA, lo que corresponde a un 4% de la población.

Mapa de ruido ruta 5 norte sur-tramo concesionado.

Durante los años 2018-2019 se trabajó en la realización del mapa de ruido de la ruta 5 norte sur, esto con el fin de cuantificar los niveles de ruido generados en dicho tramo, la carretera recorre aproximadamente 3.363km, este estudio considera el tramo concesionado que es aproximadamente 2.150 km de longitud, los niveles de ruido generados en el tramo se realizó a través de una proyección de ruido de carreteras.

En el caso de la realización de este mapa de ruido se definió el punto de medición en la ruta 5, la comuna de Paillaco.



Ilustración N° 25 Ubicación del punto de medición.

En estos mapas de ruidos realizados solo se consideró el ruido generado por el tránsito vehicular de dicha zona, no se consideran otras fuentes de ruido que puedan existir como aeropuertos, industrias, etc. Con la información arrojada por el mapa de ruido se puede calcular los niveles de ruido generado por el tramo o zona que se considera, de esta forma se puede hacer un estimativo de cuanta es la población que está expuesta a dichos niveles de ruido, además de considerar las edificaciones expuestas y calcular la cantidad de superficie afectada. Con respecto a los resultados se obtuvo lo siguiente:

- Superficie y población potencialmente expuesta: Como estándar en esta oportunidad se utilizó el criterio de la OCDE, el cual utiliza el estándar de 55 dBA para zonas residenciales en periodo nocturno, se utilizó el criterio de 70 dBA como máximo aceptable en horario diurno en carretera y en horario nocturno 55 dBA.

Leq (día)		Leq (noche)	
Carretera nueva	Carretera existente	Carretera nueva	Carretera existente
60 +/-5 dBA	65 +/-5 dBA	50-55 dBA	55-60 dBA

Tabla N° 17 Valores límite de ruido en fechadas de zonas habitacionales recomendados por la OCDE.

En cuanto a la superficie expuesta se analizaron los datos obtenidos, estudiando el nivel de ruido en el día (Ld) en comparación al valor recomendado por la OCDE 65 dBA y el nivel de ruido en la noche (Ln) comparándolo con el valor recomendado por la OCDE 55 dBA, se obtuvo la siguiente tabla con los resultados.

Región	Longitud Ruta 5 (Km)	Superficie (KM²) modelada	Superficie expuesta (Km²)			
			Ld>65 dBA		Ln>55 dBA	
			Año 2017-2018	Año 2022	Año 2017-2018	Año 2022
III	475	632,58	18,83	22,44	56,07	69,23
IV	366	708,46	22,16	26,11	78,68	95,23
V	124	243,44	13,17	15,36	36,84	44,26
RM	122	2.429,41	242,29	278,84	517,95	611,82
VI	113	222,50	24,15	28,15	70,61	83,96
VII	184	378,05	30,00	35,00	112,84	136,91
VIII	211	422,95	25,96	30,80	106,50	128,87
IX	212	425,90	26,28	31,15	82,02	99,56
XIV	126	251,68	12,17	14,51	34,79	42,24
X	184	368,96	12,40	14,65	24,37	28,89
Total:	2.117	6.083,93	427,41	497,01	1.120,67	1.340,97

Tabla N° 18 Resumen de superficie expuesta en km con relación a valores recomendación OCDE.

Mediante la tabla se puede concluir que 1.120 Km² están expuestos a niveles de ruido mayores a la recomendación de la OCDE en el año 2017-2018 y 1.340 Km² en periodo nocturno. La región metropolitana es la región que más superficie expuesta a niveles de ruido superior a lo recomendado por la OCDE, en el año 2017-2018 el total de superficie

expuesta de la región metropolitana fue de 242,49km² en periodo diurno y para el periodo nocturno fue de 517,95km² para el año 2022 este valor incrementa a 278,84 km² para periodo diurno y 611,82 km² para periodo nocturno,

Con respecto a la población expuesta se resumió los valores de población expuesta sobre valores recomendados de la OCDE en la siguiente tabla:

Región	Longitud Ruta 5 (Km)	Total personas	Cantidad personas			
			Ld > 65 dBA		Ln > 55 dBA	
			Año 2017-2018	Año 2022	Año 2017-2018	Año 2022
III	475	5.905	15	28	198	325
IV	366	58.158	108	179	1.379	1.732

Región	Longitud Ruta 5 (Km)	Total personas	Cantidad personas			
			Ld > 65 dBA		Ln > 55 dBA	
			Año 2017-2018	Año 2022	Año 2017-2018	Año 2022
V	124	52.508	3.062	3.339	5.381	6.066
RM	122	606.454	62.752	71.794	104.606	117.198
VI	113	75.886	4.930	5.677	13.981	18.587
VII	184	149.130	5.431	6.339	15.757	18.719
VIII	211	16.044	1.075	1.266	3.766	4.461
IX	212	105.409	2.268	2.831	6.648	8.241
XIV	126	8.660	130	237	918	1.101
X	184	103.664	383	793	2.011	2.295
Total:	2117	1.181.818	80.154	92.483	154.645	178.725

Tabla N° 19 Resumen población expuesta a niveles superiores según recomendación OCDE.

De lo cual se puede concluir que existen 1.181.818 personas potencialmente expuestas a niveles de ruido superiores a los recomendados por la OCDE en la ruta 5, de las regiones la que tiene una mayor cantidad de población expuesta a niveles de ruido es la región metropolitana y para el 2022 se espera que la cifra obtenida en el 2017-2018 aumente.

Establecimientos de educación se obtuvieron los siguientes resultados con respecto a los mapas de ruido, se trabajó con la recomendación ANSI, la cual consiste en requerimiento mínimos de aislamiento de muros y ventanas exteriores, los cuales se basan en el nivel de presión sonora existentes en curva de ponderación A.

Región	Longitud Ruta 5 (Km)	Total estab.	N° total matriculas	Nivel de ruido en fachada más expuesta > 55 dBA			
				Total establecimientos		N° total matriculados	
				2017-2018	2022	2017-2018	2022
III	475	9	2.879	0	0	0	0
IV	366	90	36.519	13	16	3.702	3.895
V	124	38	10.550	14	14	3.552	3.552
RM	122	271	118.115	112	132	31.550	42.386
VI	113	46	13.063	37	41	11.336	11.871
VII	184	85	32.596	29	34	8.074	9.789
VIII	211	35	10.127	15	17	3.807	4.505
IX	212	49	13.078	11	11	1.996	1.996
XIV	126	27	7.003	6	7	1.245	1.319
X	184	62	22.315	8	11	2.415	5.281
Total:	2117	712	266.245	245	283	67.677	84.594

Tabla N° 20 Establecimientos estudiados bajo recomendaciones ANSI.

De los resultados se puede concluir que existen 712 establecimientos educaciones expuestos a niveles de ruido de la ruta 5, la región metropolitana es la región con más establecimientos son niveles de ruido sobre la recomendación ANSI.

Establecimientos de salud, para este caso se trabajó con la recomendación de Health Technical Memorandum HTM-08-01: Acoustics, del Department of Health Estates and Facilities Division del Reino Unido [DHEFD, 2008], la cual establece criterios para proyectos hospitalarios, se estableció como criterio 50 dBA en el caso del día y 45 dBA en el caso de la noche.

Región	Longitud Ruta 5 (Km)	Total establecimientos	Nivel de ruido en fachada más expuesta (dBA)			
			Ld > 50 dBA		Ln > 45 dBA	
			2017-2018	2022	2017-2018	2022
III	475	4	0%	25%	50%	50%
IV	366	16	50%	50%	50%	50%
V	124	10	40%	40%	40%	60%
RM	122	43	72%	77%	56%	74%
VI	113	8	75%	88%	88%	100%
VII	184	27	48%	56%	81%	100%
VIII	211	9	67%	67%	78%	78%
IX	212	22	50%	55%	59%	68%
XIV	126	0	0%	0%	0%	0%
X	184	16	38%	44%	38%	50%
Total:	2117	155	55%	60%	60%	73%

Tabla N° 21 Porcentaje establecimientos de salud sobre criterio HTM.

De lo cual se puede concluir que existen 155 establecimientos de salud expuestos en la ruta 5, de los cuales 93 y 113 están sobre los niveles recomendados por HTM, la región metropolitana es la región con mayor cantidad de establecimientos de salud expuestos sobre recomendación HTM.

Resultados generales

Según resultados del año 2017-2018 las zonas que presentan una mayor superficie expuesta sobre 65 dBA son San Bernardo, Buin, Talca, Curicó y Conchalí-Renca para el periodo diurno, para el periodo nocturno las zonas son San Bernardo, Talca, Buin, Curicó y la Serena presentan sobre 55 dBA.

Con respecto a la población potencialmente expuesta las zonas de interés que superan los 65 dBA en periodo diurno son San Bernardo, Conchalí-Renca, Talca, Buin y Curicó.

Evaluación de los niveles de ruido de Coronel.

En el año 2015, se elaboró el mapa de ruido de la ciudad de Coronel en el marco del programa de recuperación Ambiental y social de dicha comuna. Se establecieron estaciones de monitoreo continuas, las cuales se ubicaron en los siguientes puntos de la comuna.

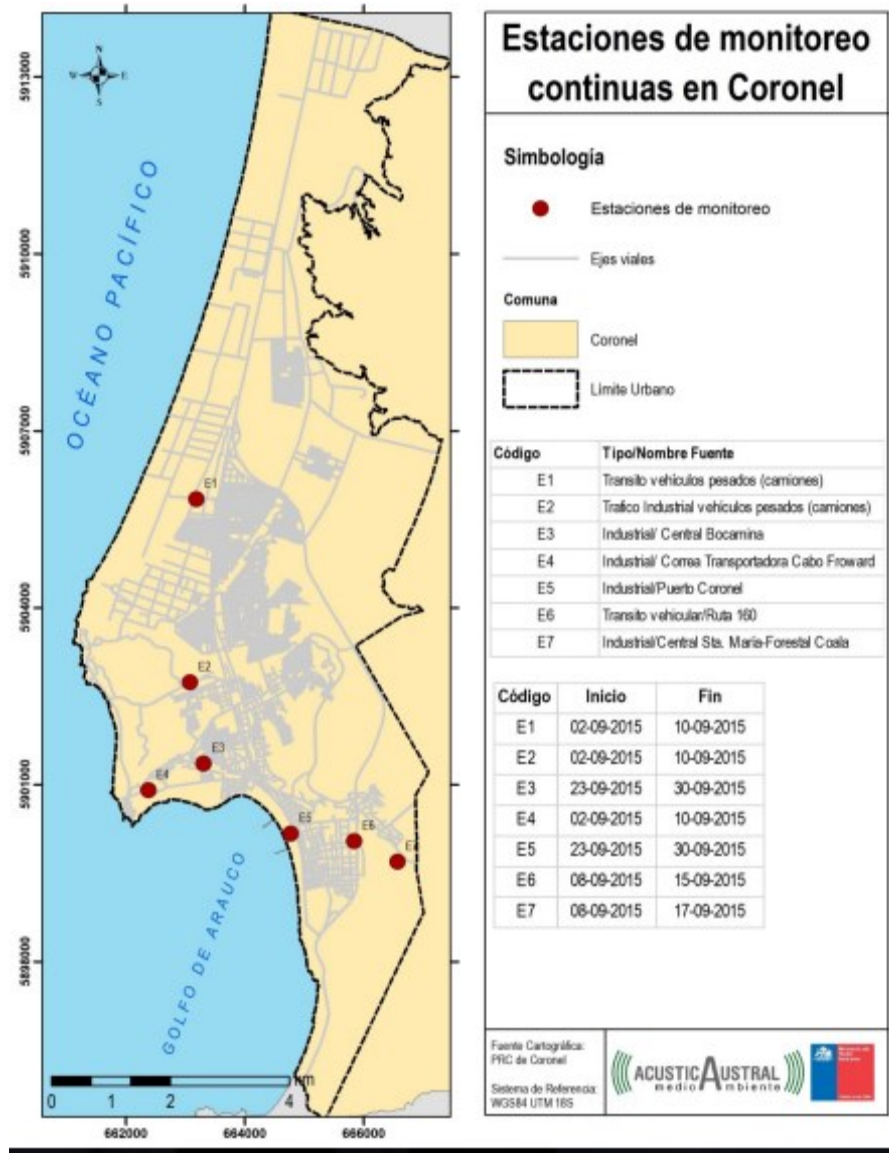


Ilustración N° 26 Estaciones de monitoreo continuas en la comuna de coronel.

Para este estudio se utilizaron, sonómetros, estaciones de monitoreo, estación meteorológica portátil y cámara acústica GFai para medición y localización de fuentes de ruido en plantas industriales.



Ilustración N° 27 Ejemplo de cámara acústica utilizada.

Los puntos de medición utilizados en el parque industrial norte de coronel fueron 60 puntos de medición ubicados en los siguientes puntos.

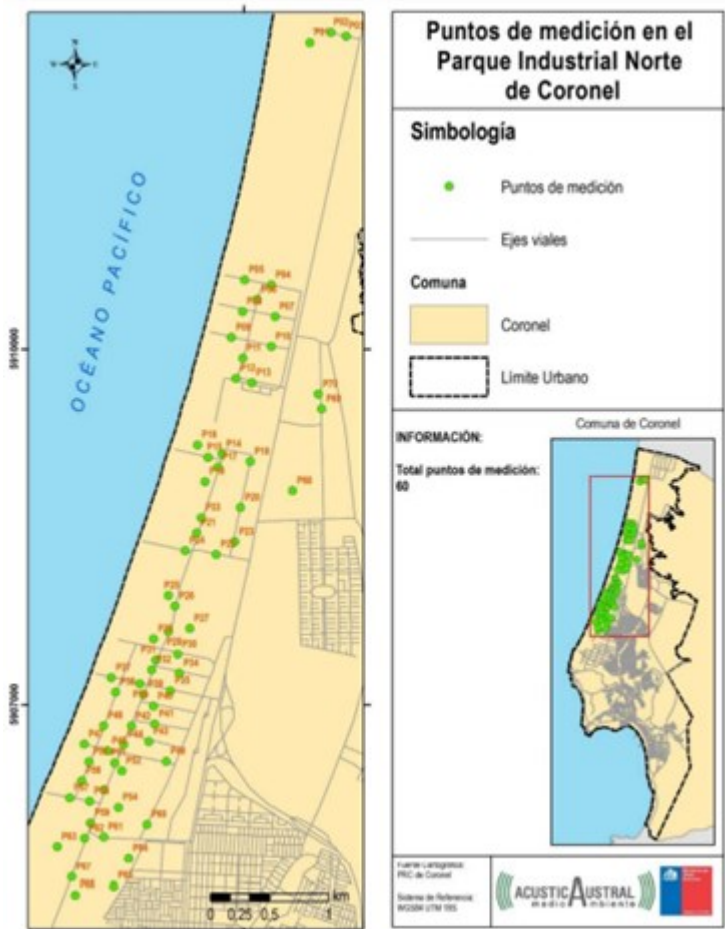


Ilustración N° 28 Puntos de medición en parque industrial norte de coronel.

Por otro lado en la zona sur de Coronel se realizaron mediciones mediante cámara acústica, en central Bocamina, Cabo Froward-Correa transportadora y astilladora, ruta 160, Central Santa María y Correa de central Santa María.

Con respecto a los resultados de los mapas de ruido generados en Coronel, para esta comuna se realizaron dos mapas de ruido, dividiendo Coronel en zona norte y zona sur, esto debido al funcionamiento de las fuentes emisoras de ruido, adicional a esto los mapas están separados en dos periodos diurno el cual contempla de 07:00 a 21:00 hrs y periodo nocturno de 21:00 a 07:00 hrs. En el caso del mapa de ruido realizado para la zona norte se establece que, en zonas industriales como Parque escuadrón I, II y Parque Coronel se registran los niveles más altos de ruido, niveles sobre los 50 dBA, esto debido a la alta y diversa actividad productiva que se produce en dicha zona.

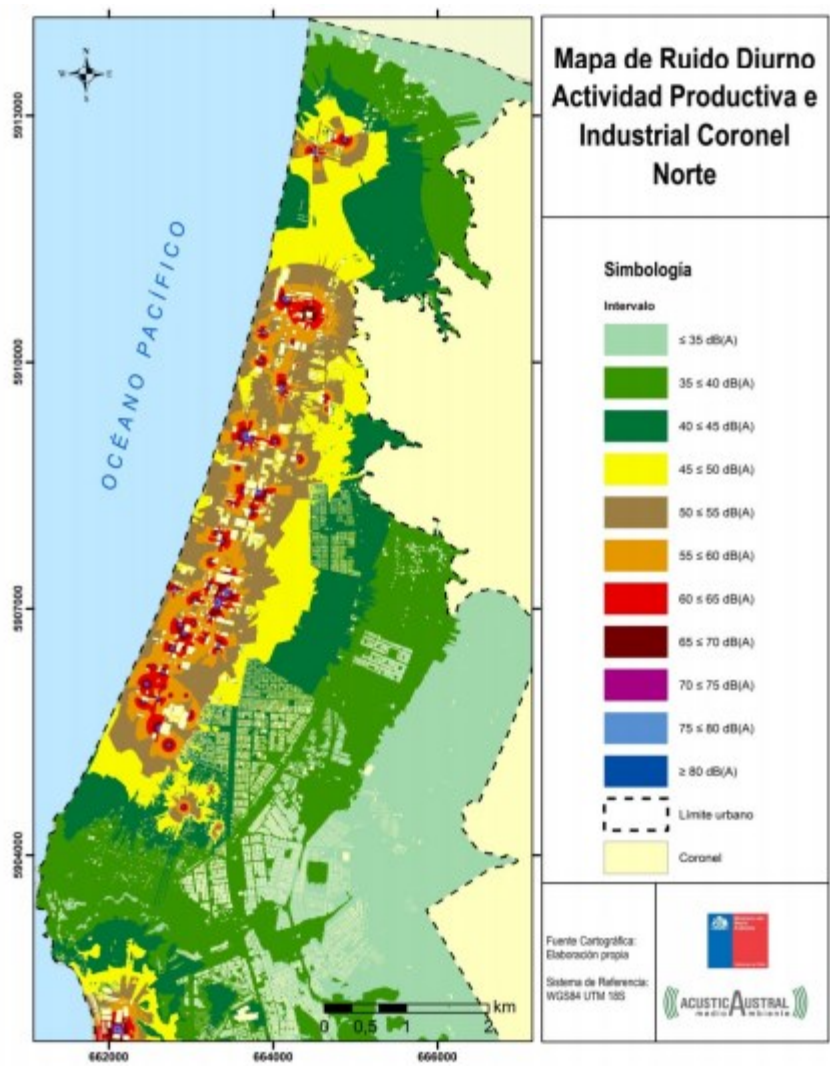


Ilustración N° 29 Mapa de ruido diurno según actividad productiva e industrial de Coronel Norte.

Para la zona Sur de Coronel, lo mayores niveles de ruido se registran en el sector de Puchoco, principalmente en el sector de astilladores, central termoeléctrica Bocamina y cabo Froward, estos sectores ubicados en distrito Schwager, expuestas a rangos sobre 55 dBA.

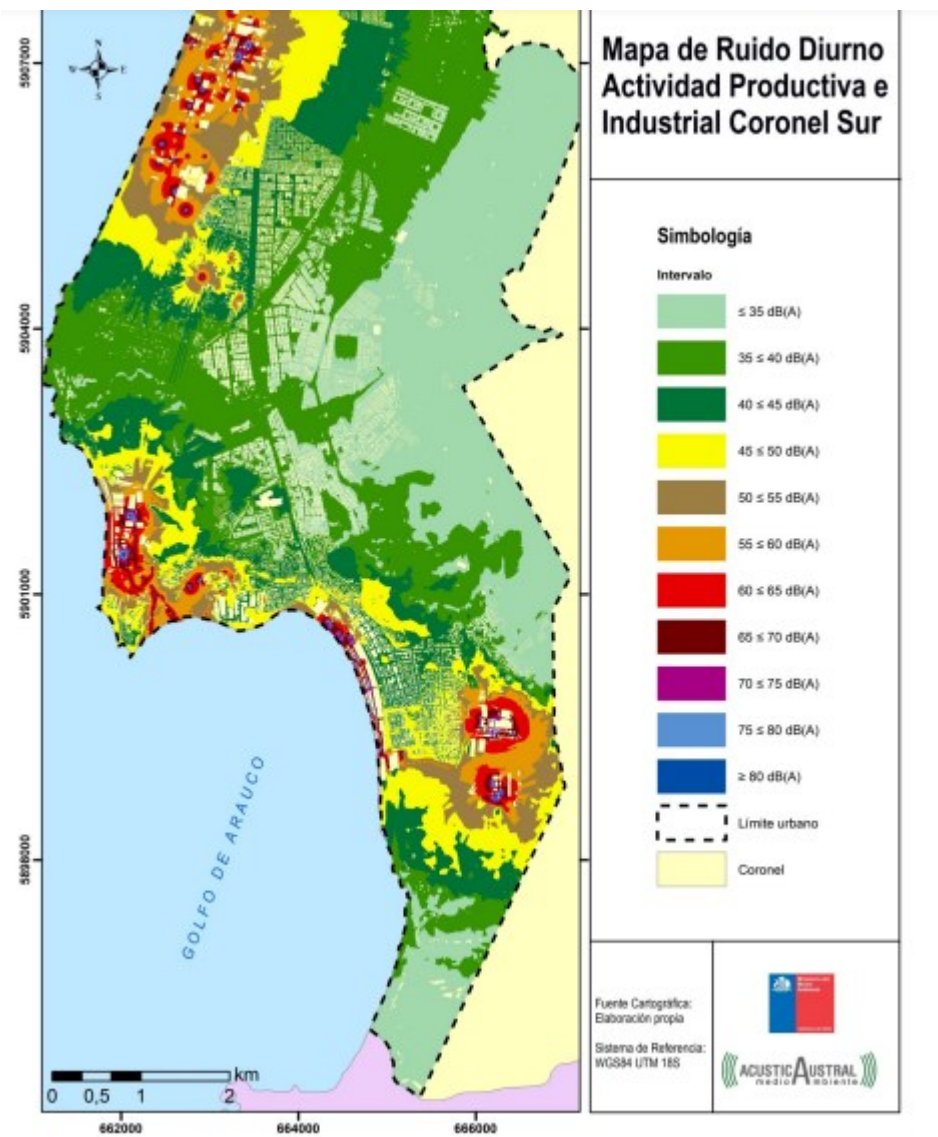


Ilustración N° 30 Mapa de ruido diurno actividad productiva e industrial Coronel sur.

En el caso del mapa de ruido generado para Coronel norte en periodo nocturno, las zonas industriales como Escuadrón I, II y Parque Coronel registran los mayores niveles de ruido, registrando sobre los 45 dBA. Para el sector sur de Coronel los mayores niveles de ruido se registran en el sector de Puchoco, principalmente en astilladoras, central termoeléctrica Bocamina, Pesquera Bahía Coronel y correas transportadoras de Chip en el distrito de Schwager, en el distrito de Corcovado se registran niveles sobre 55 dBA, en el Puerto de Coronel y central termoeléctrica Santa María, se registran valores sobre 60 dBA.

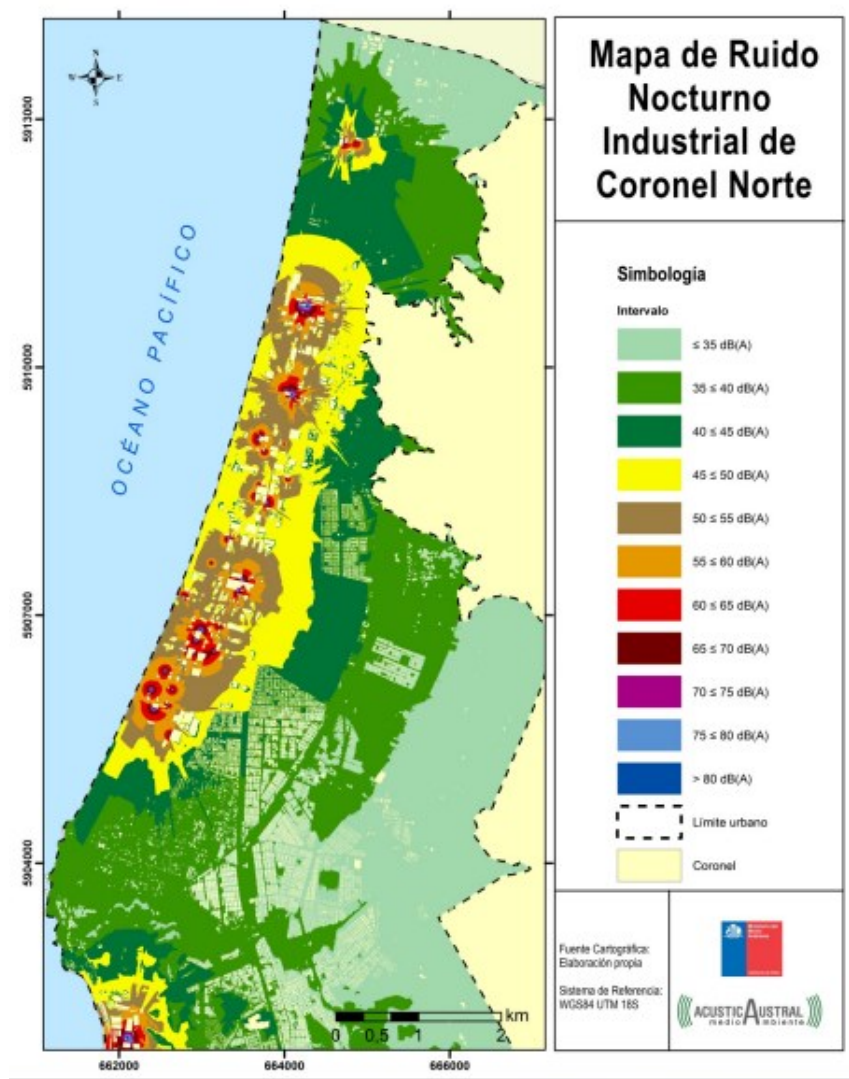


Ilustración N° 31 Mapa de ruido nocturno industrial de Coronel Norte.

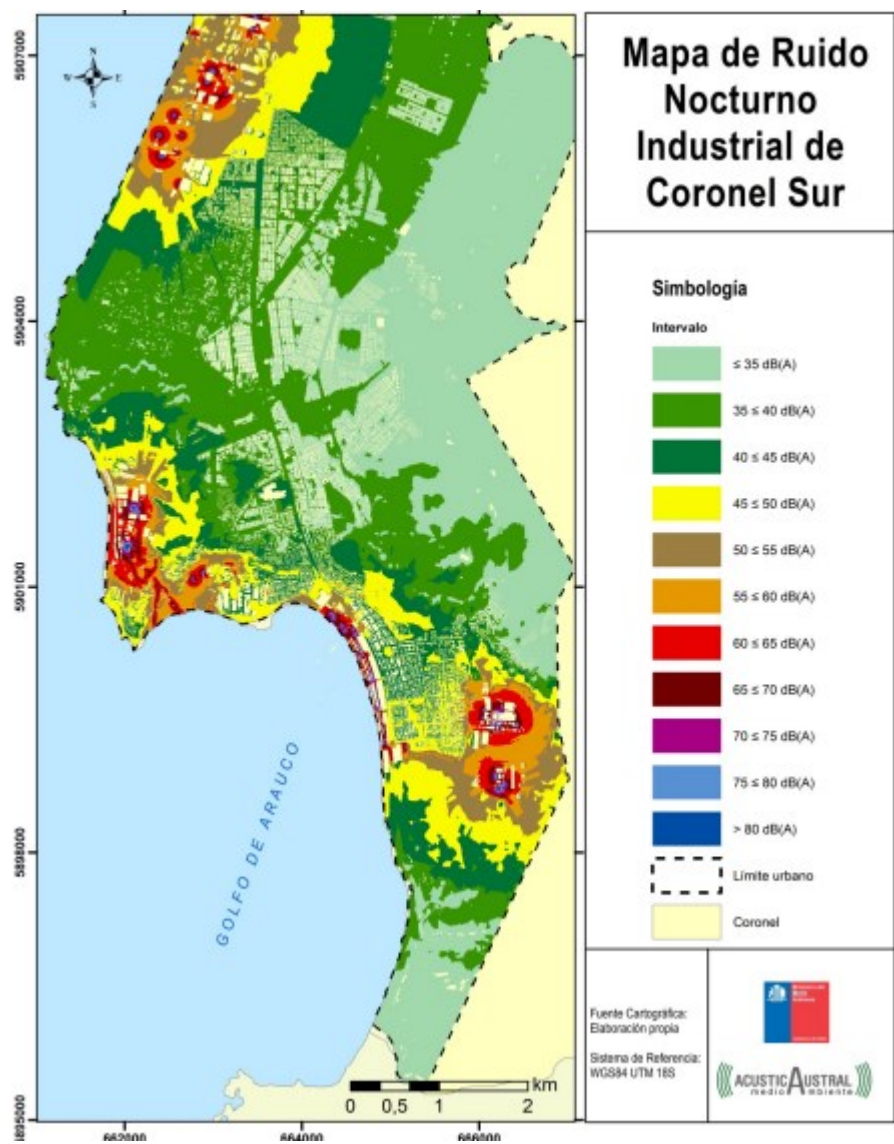


Ilustración N° 32 Mapa de ruido nocturno de Coronel Sur.

1.14 MARCO LEGAL

1.14.1 NORMATIVA LEGAL NACIONAL.

En este apartado se mencionarán los aspectos legales que fundamentan y forman parte de la estructura de este trabajo.

1.14.2 DS 594 APRUEBA EL REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN LUGARES DE TRABAJO.

El presente decreto se establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, por lo cual las empresas deben estar en conocimiento de estas normas ya que son las básicas se debe tener en el trabajo, establece límites permisibles en aspectos físicos, químicos y biológicos aparte de las condiciones física laboral.

PÁRRAFO III

Artículo 70°

De este artículo se desprenden y distinguen 3 tipos distintos de ruido, los cuales son fluctuante, estable y ruido impulsivo.

Artículo 71°

“Ruido estable es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Ruido fluctuante es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo superiores a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Ruido impulsivo es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo”.

Artículo 73º

“En la exposición a ruido estable o fluctuante se deberá medir el nivel de presión sonora continuo equivalente (NPSeq o Leq), el que se expresará en decibeles ponderados "A", con respuesta lenta, es decir, en dB(A) lento.”

Artículo 74º

“La exposición ocupacional a ruido estable o fluctuante deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora continuo equivalente superior a 85 dB(A) lento, medidos en la posición del oído del trabajador.”

Artículo 75º

“Niveles de presión sonora continua equivalentes, diferentes a 85 dB(A) lento, se permitirán siempre que el tiempo de exposición a ruido del trabajador no exceda los valores indicados en la siguiente tabla:

NPSeq [dB (A)lento]	Tiempo de exposición por Día		
	Horas	Minutos	Segundos
80	24,00		
81	20,16		
82	16,00		
83	12,70		
84	10,08		
85	8,00		
86	6,35		
87	5,04		
88	4,00		
89	3,17		
90	2,52		
91	2,00		
92	1,59		
93	1,26		
94	1,00		
95		47,40	
96		37,80	
97		30,00	
98		23,80	
99		18,90	
100		15,00	
101		11,90	
102		9,40	
103		7,50	
104		5,90	
105		4,70	
106		3,75	
107		2,97	
108		2,36	
109		1,88	
110		1,49	
111		1,18	
112			56,40
113			44,64
114			35,43
115			29,12

Tabla N° 22 Tabla de exposición a ruido para dB ponderados en A, Ds N° 594.

Estos valores se entenderán para trabajadores expuestos sin protección auditiva personal”

Artículo 77°

“En ningún caso se permitirá que trabajadores carentes de protección auditiva personal estén expuestos a niveles de presión sonora continuos equivalentes superiores a 115 dB(A) lento, cualquiera sea el tipo de trabajo”

Artículo 79º

“La exposición ocupacional a ruido impulsivo deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora peak superior a 95 dB(C)Peak, medidos en la posición del oído del trabajador”

Artículo 80º

“Niveles de presión sonora peak diferentes a 95 dB(C)Peak, se permitirán siempre que el tiempo de exposición a ruido del trabajador no exceda los valores indicados en la siguiente tabla:

NPSpeak [dB(C)]	Tiempo de Exposición por Día		
	Horas	Minutos	Segundos
90	24,00		
91	20,16		
92	16,00		
93	12,70		
94	10,08		
95	8,00		
96	6,35		
97	5,04		
98	4,00		
99	3,17		
100	2,52		
101	2,00		
102	1,59		
103	1,26		
104	1,00		
105		47,62	
106		37,80	
107		30,00	
108		23,80	
109		18,90	
110		15,00	
111		11,90	
112		9,40	
113		7,50	
114		5,90	
115		4,70	
116		3,75	
117		2,97	
118		2,36	
119		1,88	
120		1,49	
121		1,18	
122			56,25
123			44,65
124			35,44
125			28,13
126			22,32

127	17,72
128	14,06
129	11,16
130	8,86
131	7,03
132	5,58
133	4,43
134	3,52
135	2,79
136	2,21
137	1,76
138	1,40
139	1,11
140	1,00

Tabla N°23 Tiempo de exposición para dB ponderación C, Ds N° 594.

Estos valores se entenderán para trabajadores expuestos sin protección auditiva personal.

Artículo 81°

En ningún caso se permitirá que trabajadores carentes de protección auditiva personal estén expuestos a niveles de presión sonora peak superiores a 140 dB(C) peak, cualquiera sea el tipo de trabajo.

1.14.3 DECRETO 38, ESTABLECE NORMA DE EMISIÓN DE RUIDOS GENERADOS POR FUENTE QUE INDICA, ELABORADA A PARTIR DE LA REVISIÓN DEL DECRETO N°146, DE 1997, DEL MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA.

Este decreto surge de los ruidos molestos generados por fuentes fijas como colegio, universidades, industrias, actividad comercial, etc y que afectan a la comunidad, por lo cual busca cuidar a la comunidad de los ruidos generados por dichas fuentes.

Para la realización de este decreto se recopilo información a partir de encuestas realizadas a empresas consultoras, municipalidades y fiscalizadores de estudios de eficiencia y eficacia sobre normas ambientales, aplicación del ds n° 146, de 1997,

estadísticas de denuncia y propuestas de modificación realizadas por la unidad acústica ambiental de la seremi de salud de la región Metropolitana.

Dentro de este decreto algunas fuentes quedan fuera, por lo cual no se considera en este decreto ruido generado por:

- a) Circulación a través de redes de infraestructura de transporte.
- b) Tránsito aéreo.
- c) Actividad por el uso de viviendas y edificaciones habitacionales.
- d) Uso de espacio público, circulación vehicular y peatonal.
- e) Sistemas de alarmas y emergencias.
- f) Voladuras y/o tronaduras.

Dentro de este decreto se tratan por zonas, por lo cual primero se debe definir a que corresponde cada zona.

- Zona I: Ubicada dentro del límite urbano, uso de suelo residencial.
- Zona II: Ubicada dentro del límite urbano, permite el uso de suelo de la Zona I, equipamiento de cualquier escala.
- Zona III: Ubicada dentro del límite urbano, permite el uso de suelo de la Zona II, actividades productivas y/o infraestructura.
- Zona IV: Ubicada dentro del límite urbano, permite solamente el uso para actividades productivas y/o infraestructura.
- Zona rural: Exterior del límite urbano.

En cuanto a los límites permisibles en cada zona, no se podrán exceder los siguientes valores.

Niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos		
Zonas.	7-21 Horas	21-7 horas
Zona I.	55	45
Zona II.	60	45
Zona III.	65	50
Zona IV.	70	70

Tabla N° 24 creación propia niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos.

En el caso de la Zona rural que no se incorporó en la tabla, se indica que el valor máximo permisible para la zona rural es el valor más bajo entre el nivel de fondo + 10 dB, NPC para la zona III de la tabla N°

Posterior a las mediciones de ruido se debe incluir un informe el cual debe incluir los siguientes puntos:

- Ficha de información de medición de ruido.
- Ficha de Georreferenciación de medición de ruido.
- Ficha de medición de niveles de ruido.
- Ficha de evaluación de niveles de ruido.

Con respecto a la medición esta deberá realizarse en la posición del receptor, en el lugar y momento que se dé la peor condición, para lo cual se deberá:

- a) En mediciones externas, se ubicará entre 1,2 y 1,5 metros desde el nivel del piso y si es viable a 3,5 o más de paredes, construcciones u otras estructuras reflectantes.
- b) Mediciones internas, se deberá incluir 3 punto de medición separados entre sí aprox, 0,5 metros entre 1 y 2 y 1,5 metros sobre el piso, si es viable 1,5 metros de la ventana o puertas aprox.

La metodología para realizar estas mediciones será de la siguiente manera:

- Se realizará bajo las condiciones habituales del lugar.
- Se realizarán tres mediciones de duración 1 minuto, para lo cual se deberá registrar NPSeq, NPSmín y NPSmáx.
- En caso de generarse ruidos ocasionales, la medición deberá ser descartada.

Luego de esto se debe considerar para cada medición el valor mayor entre el NPSeq y NPSmáx disminuido en 5 dB (A), y se calculara el promedio de aquellos valores que deberá considerarse como número entero, para el caso de mediciones internas se deberá aplicar un factor de corrección si llegara existir puertas, ventanas o vanos en las paredes o techumbres.

Correcciones ventana, puerta o vano	
	Corrección
Puerta y/o ventana abierta (o vano)	+57 dB (A).
Puerta y/o ventana cerrada o ausencia de ellas	+10 dB (A).

Tabla N°25 creación propia, correcciones de ventana, puerta o vano.

Si se llega a la conclusión que el ruido de fondo afecta las mediciones realizadas entonces se deberá realizar una medición del ruido de fondo, bajo las mismas condiciones de las cuales se obtuvieron los valores para la fuente emisora, se deberá medir el NPSeq de forma continua, registrando el NPSeq cada 5 minutos, para que la lectura se estabilice, considerando el ultimo valor registrado, nunca la medición podrá durar más de 30 minutos, en el caso de que sea una medición interna se deberá aplicar el factor de corrección de la tabla anterior, el valor arrojado de la emisión de la fuente sonora se corregirá en base a la siguiente tabla.

CORRECCIONES POR RUIDO DE FONDO	
Diferencia aritmética entre el nivel de presión sonora obtenido de la emisión de la fuente emisora de ruido y el nivel de presión sonora del ruido de fondo presente en el mismo lugar:	Corrección
10 o más dB(A)	0 dB(A)
de 6 a 9 dB(A)	- 1 dB(A)
de 4 a 5 dB(A)	- 2 dB(A)
3 dB(A)	- 3 dB(A)
menos de 3 dB(A)	medición nula

Tabla N° 26 correcciones por ruido de fondo, extraída de ds 38 Biblioteca del congreso Nacional de Chile.

1.14.4 LEY 19.300 APRUEBA LA LEY SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE.

De esta ley uno de los artículos más importantes es el artículo 1º, el cual establece que vivir en un medio ambiente libre de contaminación es un derecho y se deberá regular el cumplimiento de ello bajo esta ley.

Bajo esto se establece que aquel que cause daño al medio ambiente deberá hacerse responsable de ello, teniendo que repararlo o indemnizarlo. Por otro lado trata la información y como la población tiene el derecho de acceder a ella, en el artículo 31 bis apartado b) se incluye la información de factores como sustancias, energía, ruido, radiaciones y otras liberadas al medio ambiente, por lo tanto de esta ley se desprende que cualquier persona y/o ciudadano que se vea afectado por ruido ambiental generado por industrias, colegios, etc puede solicitar la información necesaria a la administración para de esta forma tener más conocimiento e información sobre el tema, si en el caso de que la persona viera afectado su derecho de acceder a la información ambiental, podrá acudir a la autoridad competente.

Además, presenta la creación de planes de prevención y descontaminación los cuales deberán contener los siguientes puntos.

- Relación entre contaminantes emitidos y niveles de contaminantes de ser regulados.
- Plazo en el que se espera la reducción de emisiones.
- Responsables del cumplimiento.
- Autoridades a cargo de su cumplimiento.
- Instrumento de gestión ambiental que se utilizaran.
- Proporción en la que deberán disminuir el o los contaminantes.
- Estimación costo económicos y sociales.
- Mecanismos de compensación económica.

1.14.5 DECRETO 129, ESTABLECE NORMA DE EMISION DE RUIDOS PARA BUSES DE LOCOMOCIÓN COLECTIVA URBANA Y RURAL.

El 70% de la contaminación acústica es proveniente del tránsito vehicular según datos internacionales, por lo cual, al reducir la emisión sonora de buses, vehículos, etc disminuiría la contaminación acústica generada.

El decreto 129 establece la emisión máxima permitida por buses de la locomoción colectiva urbana y rural para esto, aquella locomoción colectiva urbana o rural que se inscriba por primera vez en el registro nacional de vehículos motorizados antes de la fecha de vigencia de este decreto o el día de vigencia de aquella y hasta 6 meses después no podrán superar lo señalado en la tabla de a continuación, el control de aquello deberá realizarse durante las revisiones técnicas periódicas y controles de rutina.

Fuentes	Ensayo	Posición de Medición	Nivel Máximo de Emisión dB(A)
Buses Livianos Medianos y Pesados	Estacionario	Escape	100

Tabla N°27 niveles máximos permitidos, extraído de norma de emisión de ruidos para buses de la locomoción colectiva urbana y rural.

Por otro lado, los vehículos que soliciten su primera inscripción en el registro nacional de vehículos motorizados, posterior a 6 meses de entrada en vigencia de esta normativa no podrán exceder los siguientes valores:

Fuentes	Ensayo	Posición de Medición	Niveles Máximos de Emisión dB(A)
Buses Livianos	Estacionario	Escape	95
		Motor	98
		Interior	88
	Dinámico	Interior y Exterior	82
Buses Medianos y Pesados	Estacionario	Escape	95
		Motor	98
		Interior	88
	Dinámico	Interior y Exterior	84

Tabla N°28 niveles máximos permitidos, extraído de norma de emisión de ruidos para buses de la locomoción colectiva urbana y rural.

En el caso aquellos vehículos que presenten su primera inscripción 30 meses después de la entrada en vigencia de esta normativa, no podrán superar los siguientes valores:

Fuentes	Ensayo	Posición de Medición	Niveles Máximos de Emisión dB(A)
Buses Livianos	Estacionario	Escape	92
		Motor	95
		Interior	85
	Dinámico	Interior y Exterior	79
Buses Medianos y Pesados	Estacionario	Escape	92
		Motor	95
		Interior	85
	Dinámico	Interior y Exterior	81

Tabla N°29 niveles máximos permitidos, extraído de norma de emisión de ruidos para buses de la locomoción colectiva urbana y rural.

En caso de aquellos vehículos que soliciten su inscripción por primera vez y transcurrieron 24 meses desde la entrada en vigencia de esta normativa no podrá superar los siguientes valores:

Fuentes	Ensayo	Posición de medición	Niveles máximos de emisión dB(A)
Buses livianos	Estacionario	Escape	89
		Motor	94
		Interior	82
		Exterior	78
	Dinámico	Interior	79
		Escape	91
Buses medianos y pesados.	Estacionario	Motor	94
		Interior	82
	Dinámico	Exterior	80
		Interior	81

Tabla N°30 niveles máximos permitidos, creación propia.

Con respecto a la bocina de los vehículos establece, que solo deberá tener un aparato sonoro, solo deberá tener el instalado de fábrica por lo cual queda prohibido las bocinas de aire comprimido y que no sean monocordes.

1.14.6 DECRETO 7 ESTABLECE NORMA DE EMISIÓN DE RUIDO PARA VEHÍCULOS LIVIANOS, MEDIANOS Y MOTOCICLETAS, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.

Esta norma considera los vehículos livianos, medianos y motocicletas, regula la emisión de ruido proveniente de dichos vehículos nuevos. Para aquellos vehículos se establece los siguientes valores:

Vehículo	para transporte	Características (Referidas a número de asientos, Peso Bruto Vehicular PBV(t) y potencia del motor (KW))			NPSmáx dBA, con respuesta rápida
		Nº asientos	PBV (t)	Potencia motor (KW)	
Liviano	De Pasajeros	≤ 9	-	-	74
		> 9	≤ 2	-	76
			> 2 y <2,7	-	77
	Comercial	-	≤ 2	-	76
			> 2 y <2,7	-	77
Mediano	De Pasajeros	≤ 9	-	-	74
		> 9	≤ 3,5	-	77
			> 3,5	<150	78
				> 150	80
	De Carga	-	≥ 2,7 y <3,5	-	77
			≥ 3,5	< 75	77
				≥ 75 y < 150	78
				≥ 150	80

Tabla N° 31 niveles de presión sonora máximos permitidos, extraída de ds 7, ministerio del medio ambiente.

Para esto además e deberá establecer un factor de corrección, una suma aritmética bajo las siguientes condiciones:

- “ a) En el caso de vehículos livianos y medianos menores a 3,5 toneladas, de peso bruto vehicular sea de pasajero o comercial, que estén equipados con un motor de combustión interna de encendido por compresión e inyección directa, los valores límite se incrementarán en 1 dB(A)
- b) En el caso de vehículos diseñados para un uso todo terreno y con un peso bruto vehicular superior a 2 toneladas, los valores límite se incrementarán:
- i. En 1 dB(A), si están equipados con un motor de potencia inferior a 150 KW
 - ii. En 2 dB(A), si están equipados con un motor de potencia igual o superior a 150 KW.

- c) En el caso de los tipos de vehículos livianos hasta 9 asientos, equipados con una caja de cambios con más de cuatro marchas adelante y con un motor que desarrolle una potencia máxima superior a 140 kW y que tenga una relación potencia máxima/peso bruto vehicular superior a 75 KW/t, los valores límite se incrementarán en 1 dB(A). Esta corrección se considerará si la velocidad en tercera es superior a 61 km/h, cuando la parte posterior del vehículo cruza la línea de desaceleración en la prueba de ensayo dinámico.”
- (Decreto 7, Establece norma de emisión de ruido para vehículos livianos, medianos y motocicletas, 01 diciembre, 2015, ministerio del medio ambiente, ley de Chile).

Además, establece valores límites para motocicletas, se consideran las motocicletas que soliciten su inscripción a partir de la entrada en vigencia de este decreto.

Cilindrada	NPSmáx dBA, rápido
≤ 80 cc	75
80 > < 175cc	77
≥ 175 cc	80

Tabla N° 32 límites de niveles de presión sonora máximo para motocicleta, extraída del ds 7, ministerio del medio ambiente.

1.14.7 ACÚSTICA AMBIENTAL CONCEPTOS, NORMATIVA Y COMPETENCIAS, GOBIERNO DE CHILE UNIDAD DE ACÚSTICA AMBIENTAL.

La fiscalización del ruido ambiental le compete a la SEREMI de salud, los procedimientos para esto se resumen en el siguiente diagrama:

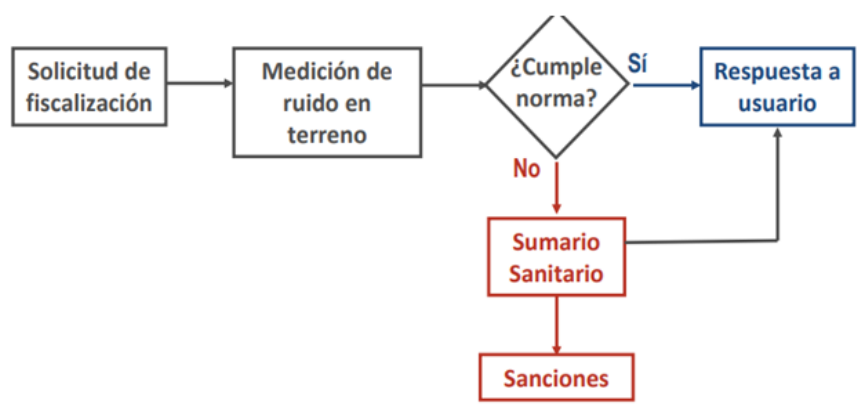


Figura N°2 fiscalización de ruido ambiental por SEREMI de Salud, extraída de Acústica ambiental conceptos, normativa y competencias.

Existe un sistema de denuncia de parte de la ciudadanía para aquellas quejas en cuanto a ruido ambiental generado, la autoridad competente tiene la obligación de dar respuesta y seguimiento a aquella denuncia, además de llevar un registro de cada denuncia de las personas. Desde el año 2005 al 2011, en este último año se registró la cantidad más baja de denuncias, 2005 713 denuncias, 2006 811 denuncias, 2007 721 denuncias, 2008 691 denuncias, 2009 837 denuncias, 2010 808 denuncias y 2011 504 denuncias. De ellas el 80% fue denunciada por ruido en horario nocturno se registró un bajo porcentaje de denuncias a las que se les realizaron mediciones ya que solo fue un 35% de ellas.

En cuanto a las fuentes emisoras de ruido ambiental cada una tiene relacionada a una entidad fiscalizadora la cual queda resumida en la siguiente tabla:

FUENTES EMISORAS	INSTITUCIONES
Industrias y talleres	MINSAL, Municipalidades
Discotheques, pubs	MINSAL, Municipalidades
Templos	MINSAL, Municipalidades
Supermercados	MINSAL, Municipalidades
Garages	MINSAL, Municipalidades
Gimnasios	MINSAL, Municipalidades
Colegios	MINSAL, Municipalidades
Tránsito vehicular	MINTRATEL, Municipalidades
Viviendas	Municipalidades
Vehículos	MINTRATEL, Carabineros, Municipalidades
Gritos en las calles	Municipalidades, Carabineros
Música en la vía pública	Municipalidades, Carabineros
Alarmas y bocinas	Municipalidades, Carabineros
Pregón de mercaderías	Municipalidades, Carabineros
Animales domésticos	Municipalidades, Carabineros

Tabla N°33 Entidad fiscalizadora, extraída de Acústica ambiental conceptos, normativa y competencias.

La estrategia propuesta se basa en la colaboración mutua entre SEREMI de salud y Municipios, para lo cual se necesita revisar las solicitudes de fiscalización y/o denuncias, tener claridad sobre aquellas para poder darle solución y seguimiento a la condición, mejorar la difusión de programas realizados con respecto a contaminación ambiental, lo que va de la mano la generación de canales y vías de comunicación que sean claras y expeditas. Por otro lado la autoridad competente deberá autorizar actividades ruidosas siempre y cuando adopten las medidas necesarias para no afectar a la comunidad, pidiendo en caso de ser necesario informes de evaluación acústica, permisos, etc documentación relacionada con las emisiones de ruido generadas además de entregar a los ciudadanos que requieran información sobre emisiones de ruido ambientales la información necesaria, para que aquellos cuenten con información confiable sobre este tema, sus riesgos, los derechos como el derecho a denunciar como se debe hacer, etc.

1.14.8 INSTRUCTIVO PARA LA APLICACIÓN DEL D.S N° 594/99 DEL MINSAL, TÍTULO IV, PARRAFO 3° AGENTES FÍSICOS – RUIDO.

En este instructivo, se encontrara el paso a paso de la aplicación del ds° 594 con respecto a las mediciones de ruido, establece que se debe hacer un estudio previo a la medición, un screening, con el fin de identificar los puestos de trabajo expuestos, personas expuestas, trabajos que se realizan, descripciones de las actividades y para planear mejor la metodología con la que se hará la evaluación, establece que se debe realizar un día antes de la medición, se deberá determinar cuáles son los puestos de trabajo que podrán incluirse en la medición para esto se medirá durante 1 minuto y en aquellos puestos de trabajo que superen los 80 dB(A) se considerara para la medición. Se hará una descripción de las características de los puestos de trabajo en los cuales se hará la medición esto en función del screening previamente realizado, luego de realizar este estudio se podrá optar por la mejor forma de realizar la medición ya sea una medición personal con un dosímetro o medición con sonómetro.

Se establece un procedimiento de medición el cual comienza con la verificación de baterías tanto del instrumento de medición como de su calibrador esto para que en una medición no se agoten, como extra en el instructivo se establece que se deberá llevar baterías extras en caso de quedar sin baterías.

Posterior a esto viene la calibración en terreno, el instrumento se deberá calibrar en terreno es decir en el lugar donde se realizará la medición, esto debido a que las condiciones ambientales pueden afectar la medición, por lo cual al finalizar la medición se deberá realizar una verificación de calibración y se deberá comparar el valor inicial con el valor obtenido al final de la jornada de medición si estos valores difieren en más de 1 dB se deberá descartar la medición.

En cuanto a la ubicación del sonómetro, la medición se deberá realizar preferencialmente sin la presencia del trabajador, se ubicará el micrófono imaginando la cabeza del trabajador, en el caso de que no se pueda realizar la medición sin el trabajador se deberá ubicar el micrófono del instrumento en una esfera imaginaria dentro de un diámetro de 60 cm alrededor de la cabeza del trabajador.

En cuanto a las mediciones con sonómetro se requiere de una estabilización en el cual se observará y anotara cada 5 minutos los niveles de NPSeq que arroje el sonómetro, se entenderá que el equipo está estabilizado cuando dos valores de NPSeq consecutivos tengan una diferencia menor a 1 dB (A).

1.14.9 PREXOR.

Prexor, tiene como propósito disminuir la incidencia de hipoacusia laboral, uno de los conceptos importantes que agrega este protocolo es el “criterio de acción” el cual es un valor preventivo, si este criterio de acción es sobrepasado por la empresa esta deberá tomar medidas de control para de esta forma bajar los valores obtenidos, el criterio de acción lo integran dos indicadores los cuales son la dosis de acción o nivel de acción.

En cuanto al tiempo que debe transcurrir para realizar la implementación de soluciones este protocolo también las establece, evaluaciones ambientales cada 3 años para exposiciones de dosis de ruido diaria menor a dosis de acción, las medidas para implementar controles serán de máximo 1 año cuando la dosis se encuentre en 0,5 y 10 y en el caso de que la dosis de ruido sea mayor a 10 se tendrá un plazo de máximo de 6 meses de igual forma si se detecta que existe ruido impulsivo de magnitud mayor a 135 dB (C) peak. Esto podemos utilizarlo para en relación al tiempo de exposición ante un determinado ruido que una persona puede estar expuesta, y al tiempo permitido, para que el trabajador permanezca en esta condición sin tener riesgo de pérdida auditiva, a fórmula para poder calcular la DRD, relaciona estas dos variables, el tiempo de exposición y el tiempo permitido, por lo cual desprendiéndose de esto podemos analizar la dosis recibida, aunque no tengamos el tiempo de exposición exacto.

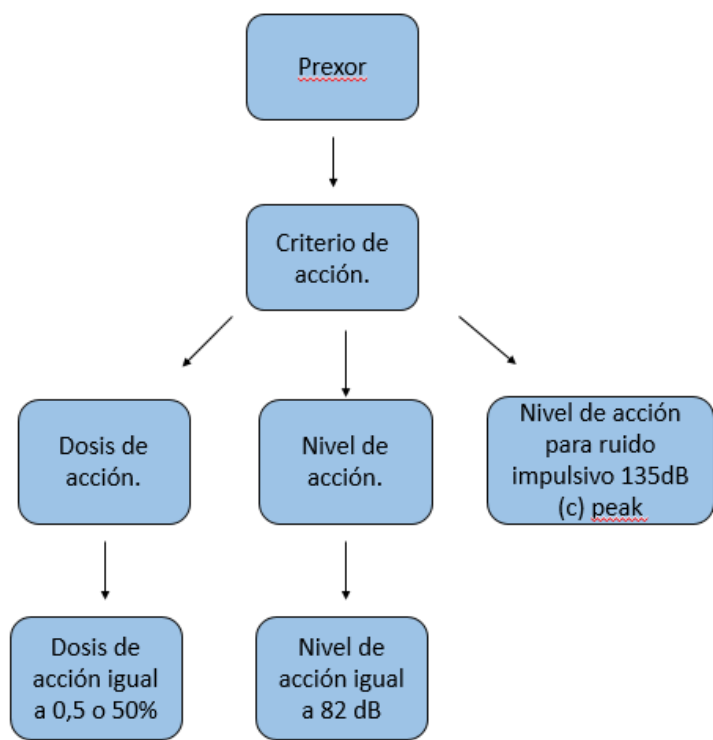


Figura n°3: Elaboración propia, criterios Prexor.

1.14.10 GUÍA PARA LA SELECCIÓN Y CONTROL DE PROTECTORES AUDITIVOS, DEPARTAMENTO DE SALUD OCUPACIONAL ISP.

Muchas veces en los lugares de trabajo no se usan los epp correctos, debido muchas veces al desconocimiento de cuál es el más óptimo para el trabajo que se está realizando, en muchos lugares el empleador solo dispone de los epp más baratos y de esta forma abaratar costos, para la elección de un EPA es sumamente importante identificar los riesgos, evaluar y caracterizar el ruido, así también las condiciones ambientales las cuales pueden dañar la vida útil del EPA, para poder hacer la selección del EPA más conveniente y que sea apropiado para el trabajo se deben considerar factores tales como exigencias en materia de atenuación sonora, la marca debe estar certificada, compatibilidad con otros epps, comodidad al trabajador ya que este los deberá usar en su horario laboral, el protector debe dejar escuchar señales de alarma y por último las condiciones del lugar de trabajo, en caso de que cambien las condiciones medioambientales del trabajo, cambios en el ambiente sonoro y/o en el proceso se deberá elegir nuevamente un EPA de acuerdo a las nuevos requerimientos.

La atenuación sonora es el principal factor que se debe considerar a la hora de seleccionar un protector auditivo, ya que la protección que este dará será eficaz con respecto a la reducción de niveles de ruido, sin obstaculizar la percepción del habla, señales de peligro o advertencia, debido a que si el trabajador no escucha las señales de advertencia o peligro será un factor que lo puede llevar a un accidente.

Existe un cálculo el cual arroja si el protector auditivo que se usa es el correcto, esto viene dado a partir del nivel de NPSeq y curva de actuación sonora o valores de HML o SNR que entrega el protector auditivo se podrá calcular el nivel de presión sonora efectivo con el protector auditivo puesto.

1.14.11 LEY 16.744 ESTABLECE NORMAS SOBRE ACCIDENTES DEL TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES.

Esta es la ley que declara la obligatoriedad del seguro social, en ella se puede encontrar las prestaciones e indemnizaciones a las que tienen derecho los trabajadores que tengan alguna enfermedad profesional o tengan un accidente laboral.

Los organismos administradores de esta ley tienen el deber de asesorar a las empresas asociadas y prevenir que los trabajadores sufran accidentes y enfermedades profesionales. La administración de este seguro está a cargo del Instituto de seguridad laboral o de las mutualidades de empleadores, también llamados organismos administradores.

En cuanto a las prestaciones que ofrece esta ley podemos encontrar las siguientes:

- Atención médica, quirúrgica y dental tanto en establecimientos externos o a domicilio.
- Hospitalización si fuese necesario.
- Medicamentos y productos farmacéuticos.
- Prótesis y aparatos ortopédicos y su reparación.
- Rehabilitación física y reeducación profesional.
- Gastos de traslado.

En el caso de la incapacidad temporal, la víctima del accidente o enfermedad profesional tiene derecho a un subsidio, la persona recibirá este subsidio la cual se extenderá desde la detección a la curación o hasta que se declare una invalidez, sin embargo, si al transcurrir 52 o 104 semanas la víctima no logra su recuperación se declarará una invalidez.

Las prestaciones de este seguro obligatorio en temas de invalidez se pueden apreciar en la siguiente figura.

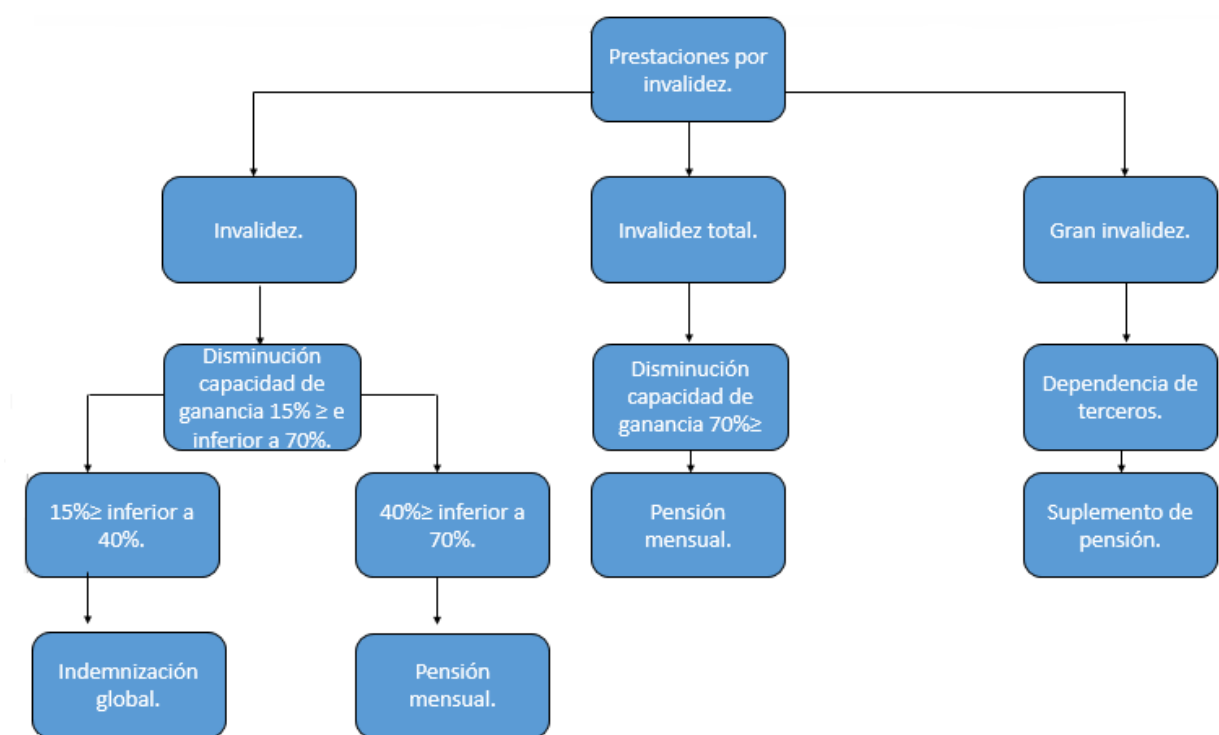


Figura nº4: Elaboración propia, prestaciones seguro obligatorio.

1.14.12 DS N°109: APRUEBA EL REGLAMENTO PARA LA CALIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS ACCIDENTES DEL TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE ACUERDO CON LO DISPUESTOS EN LA LEY 16.744, DEL 1 DE FEBRERO DE 1968, QUE ESTABLECIÓ EL SEGURO SOCIAL CONTRA LOS RIESGOS POR ESTOS ACCIDENTES Y ENFERMEDADES.

n el artículo 18 de este decreto se puede encontrar el listado de los agentes que pueden derivar en riesgo de enfermedad profesional, en el apartado b número 21 podemos encontrar el ruido y ultrasonido.

Posteriormente en el artículo 19 se hace mención a las enfermedades profesionales poniendo un listado de ellas, podemos encontrar en el numero 11 a lesiones en los órganos de los sentidos y especifica que todo trabajador que se exponga al riesgo por acción de agentes físicos y químicos, el ruido es considerado un agente físico, por lo cual entraría en esta categoría.

1.14.13 GUÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA VIGILANCIA DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS OCUPACIONALMENTE A RUIDO. SEREMI DE SALUD R.M.

En los criterios de planificación esta guía establece que en caso instalación de nuevos diseños, nuevas maquinarias, modificación o ampliación del lugar físico donde se desempeña el trabajo se deberá considerar criterios preventivos para mitigar o controlar el nivel de ruido, dentro de algunas de las medidas que propone esta guía se encuentra mejorar la ubicación de los puestos de trabajo, procesos productivos y fuentes generadoras de ruido, considerando paredes, techos, medios por los cuales el ruido pueda propagarse, recomienda considerar maquinarias que cuente con información del fabricante con respecto a los niveles de emisión de ruido que genera la máquina, dado que si la máquina genera niveles de ruido mayor a los descritos por el fabricante, sabremos que existe una falla ya sea de fábrica o por falta de mantención, etc, se debe tomar en cuenta la vibración que la maquina genera ya que esta se puede transmitir a través de estructuras, paredes, etc, las cuales se pueden transformar en una fuente de ruido, se deben elaborar procedimientos con relación al uso correcto y mantención de las máquinas.

En cuanto a las medidas de control establece que debe ser controlado en su origen y en el caso de que no se pueda se deberá implementar medidas en el camino de propagación de este y como última opción se deberá considerar las medidas preventivas hacia el receptor como epp. Se debe tomar en cuenta siempre la jerarquía de control. La capacitación de los trabajadores debe lograr un impacto en ellos y de esta forma en su comportamiento, ya que si se logra esto ellos entenderán de mejor forma porque deben usar equipos de protección personal, como deben hacerlo, etc. Para ello se deberá capacitar a los trabajadores, los temas mínimos que deberá tener la capacitación serán:

- Legislación y normativa que tenga relación a ruido ocupacional.
- Conceptos de ruido.
- Efectos del ruido en las personas.
- NPSeq en los lugares de trabajo, exponiendo los resultados de las evaluaciones efectuadas y la comparación con los niveles de acción.
- Modos correctos de utilizar las maquinarias y equipos de reducción de ruido, mantención de estas.
- Criterios de trabajo seguro.
- Medidas preventivas y de control.
- Factores que aumentan niveles de ruido.

- Aspectos para que el trabajador detecte situaciones con posibles grados de pérdida auditiva.

1.14.14 GUÍA PARA EL MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO DE LOS TRABAJADORES EN SUS LUGARES DE TRABAJO, ISP MINISTERIO DE SALUD GOBIERNO DE CHILE.

Esta guía es para la calibración del instrumento que se va a utilizar, debido a que cualquier instrumento de medición debe estar calibrado para poder llevar a cabo una medición.

El mantenimiento de los instrumentos se recomienda contar con un programa que deberá estar documentado el cual deberá contener la mantención y calibración de los equipos, deberá contener las medidas correctivas en caso de que el equipo no funcionara de forma correcta, el criterio que se ocupara para enviarlo a mantención será cuando el resultado de la calibración inicial en terreno y la final difieran en más de 1 dB.

El laboratorio que calibre el instrumento deberá estar acreditado, el periodo de calibración lo deberá establecer el usuario, sin embargo, no deberá sobrepasar los 2 años, aquellos que sobrepasen este tiempo no podrán utilizarse para mediciones.

1.14.15 GRUPO DE EXPOSICIÓN SIMILAR PARA LA EVALUACIÓN DE RUIDO OCUPACIONAL, ISP MINISTERIO DE SALUD GOBIERNO DE CHILE.

GES está dado por una función de trabajo y un agente en un ambiente dado, cuando varias personas realizan una tarea en condiciones ambientales parecidas se podrá realizar mediciones considerando una exposición común, por lo tanto, lo que se concluya de las mediciones, medidas preventivas, correctivas, etc se aplica en forma independiente a cada GES con respecto al agente evaluado. Estos GES se pueden conformar por distintos criterios como por ejemplo función del puesto de trabajo, tarea a desarrollar, área de trabajo, etc siempre y cuando el nivel sea similar.

Se construyen GES para optimizar tiempo, instrumentos, personal, etc, esto permite que con pocas mediciones se pueda obtener los niveles de presión sonora continuo equivalente o nivel de presión sonora peak y finalmente con esto se podrá obtener la DRD o valores de exposición a ruido impulsivo.

Para poder conformar un GES para una medición este se debe conformar de forma correcta es decir que el grupo de trabajadores cumpla con una exposición similar.

Existen diversos tipos de GES:

- Para un trabajador.
- Por puesto de trabajo.
- Para varios puestos de trabajo.
- Por actividad o proceso.
- Por fuente de ruido principal.

La construcción de un GES podrá tener una representatividad en el tiempo, por esto se vuelve importante estar monitoreando constantemente los factores que determinaron su construcción, debido a que si uno de estos factores cambia el GES ya no tendrá su representatividad y se deberá construir otro o modificar el que existe, para esto se debe llevar documentado los factores que forman este GES, como se configuro, etc.

1.14.16 DECRETO N°1052, NORMA TÉCNICA N°156 “PROTOCOLO SOBRE NORMAS MÍNIMAS PARA EL DESARROLLO DE PROGRAMAS DE VIGILANCIA DE LA PÉRDIDA AUDITIVA POR EXPOSICIÓN A RUIDO EN LOS LUGARES DE TRABAJO”.

El propósito de este decreto es ayudar a disminuir los casos de hipoacusia de origen laboral, por lo cual propone criterios comunes, líneas de acción y además recomendaciones todas con el fin de que cada vez existan menos trabajadores afectados con esta enfermedad profesional, propone acciones para la vigilancia ambiental y de salud.

El programa de vigilancia se debe centrar en la prevención del efecto del ruido en la salud de las personas, para lo cual se debe incluir una vigilancia ambiental de dicho contaminante en los puestos de trabajo y además un monitoreo de la salud auditiva de las personas expuestas, todo con el fin de implementar medidas preventivas y correctivas.

Uno de los puntos importantes de este decreto es que nombra que le empleador deberá contar con un “sistema de gestión para a vigilancia de trabajadores expuestos ocupacionalmente a ruido” el cual deberá estar documentado, deberá contar con actividades calendarizadas que ayudaran a la implementación de este sistema de gestión, en el cual deberá quedar registrado la fecha de implementación y el responsable de que dicha actividad se lleve a cabo. Este monitoreo que se debe realizar en reiteradas ocasiones en el tiempo, es decir realizar evaluaciones periódicas.

El empleador en conjunto con el organismo administrador de la ley 16.744 deberá confeccionar este programa de vigilancia el cual deberá ser revisado y actualizado anualmente, los resultados obtenidos de las mediciones que se realicen deberán ser comparado con los criterios de acción, si los resultados obtenidos son menores a los criterios de acción se deberá hacer un monitoreo no superior a 3 años para de esta forma poder verificar que se siguen manteniendo las condiciones para que los valores no aumenten y se mantengan o en el mejor de los casos disminuya, si de lo contrario los valores están igual o sobre los niveles de acción, el organismo administrador deberá recomendar medidas con el fin de disminuir la exposición, en el caso de que ya implementadas las medidas de control y la exposición siga superando o igualando uno de los criterios de acción se deberán reevaluar las medidas de control hasta que la exposición disminuya quedando bajo los criterios de acción. A continuación, se presenta un esquema con la explicación sobre la evaluación inicial.

El plazo para poder implementar las medidas de control dependerá de que criterio de acción es el que se sobrepasó, si la dosis de acción supera o iguala los 82 dB o 50% y menor a 94 dB o 1000% el plazo máximo para implementar las medidas de control será de 1 año.

En el caso de que la dosis de ruido obtenida sea igual o superior a 1000% o 95 dB, el plazo será de 6 meses, en el caso de que estemos en presencia de ruido impulsivo si el valor iguala o supera los 135 dB el plazo será de 6 meses.

Este decreto define las distintas funciones y las responsabilidades descritas en la siguiente tabla:

Función.	Responsable.
Evaluación inicial de riesgo.	Equipo de prevención de riesgos.
Evaluación ambiental de la exposición ocupacional a ruido.	Equipo de higiene industrial y prevención de riesgos.
Envío de nómina de expuestos ocupacionales a ruido con exposiciones iguales o superiores a los criterios de acción, a vigilancia de la salud auditiva.	Equipo de prevención de riesgos.
Determinación periodicidad evaluaciones ambientales	Equipo de higiene industrial.
Recomendación de medidas de control de ruido.	Equipo de higiene industrial y prevención de riesgos.
Verificación de la efectividad de las medidas de control de ruido implementadas.	Equipo de higiene industrial.
Aviso a la autoridad sanitaria correspondiente de la no implementación de las medidas en los plazos estipulados.	Equipo de prevención de riesgos.
Capacitación de los trabajadores	Equipo de prevención de riesgos y salud ocupacional.
Comunicación de la información obtenida al empleador	Equipo de higiene industrial y prevención de riesgos.

Tabla nº34 Extraído de la norma N° 156 Ministerio De Salud.

En cuanto al programa de vigilancia de la salud auditiva toma en consideración la evaluación auditiva de cada persona, en la que podemos encontrar evaluación auditiva, ficha epidemiológica, evaluación médica e historia ocupacional, en este programa de vigilancia se deberán incorporar a todos aquellos trabajadores que igualen o superen uno de los criterios de acción. En cuanto a la evaluación auditiva esta es con el fin de poder detectar a tiempo casos de efectos del ruido para de esta forma poder implementar medidas para que los trabajadores no estén expuesto a riesgo de hipoacusia de origen laboral.

1.15 NORMATIVA EXTRANJERA.

1.15.1 AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE.

En estudios realizados recientemente por la agencia europea de medio ambiente se concluyó que 1 de 5 europeos está expuesto a niveles de ruido que afectarían su salud, estima que 113 millones de europeos están siendo afectados con exposición a largo plazo, en países europeos más del 50% de sus habitantes están expuestos a niveles de ruido considerado perjudiciales para la salud, se considera perjudicial para la salud desde 55 dB que fue lo establecido por la OMS, el ruido tiene consecuencias para la salud tanto física como psicológicamente, la AEMA establece que el ruido ambiental provoca 12.000 muertes prematuras también se asocia con casos de cardiopatía isquémica. Las medidas que tomo la UE con relación a la generación de ruido ambiental, son, la supervisión de la directiva con respecto al ruido para lo cual se utilizaron dos umbrales, indicador para el periodo día-tarde-noche que relaciona los ruidos con molestias y un indicador nocturno el cual evalúa las alteraciones del sueño, sin embargo, hasta la actualidad no existe un mecanismo con el que se pueda hacer un seguimiento de los progresos.

La agencia europea también incluye en su investigación a la fauna, ya que en un estudio se demostró como el ruido afectada a la fauna, influyendo en la conducta de animales e incluso en el apareamiento de ellos, por ejemplo, en el caso de las ranas y aves cantoras el ruido dificulta la comunicación entre ellos por lo cual también dificulta su apareamiento.

Se aplicaron algunos cambios en calles europeas con el fin de disminuir el ruido ambiental, como por ejemplo el cambio de calzadas antiguas por asfalto más liso, reducción de la velocidad máxima a 30 kilómetros por hora, también se crearon espacios denominados zonas tranquilas en las que posibilita a las personas a escapar del ruido de la ciudad.

1.15.2 DECLARACIÓN DE LA AMM SOBRE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.

La Asociación médica mundial bajo su preocupación sobre el aumento del ruido en países industrializados entrega recomendaciones con el fin de contribuir a la lucha de la contaminación acústica, las recomendaciones entregadas son:

- Entregar información al público, incorporando sobre todo a las personas expuestas continuamente a ruido ambiental, entregar para ello información sobre el ruido como se genera los peligros y las consecuencias que puede generar.
- Combatir la contaminación ambiental informando a ministros, planificadores, etc a ideas alternativas que puedan disminuir la generación de ruido ambiental.
- Defender regulaciones.
- Velar por el cumplimiento de la legislación relacionada con el tema.
- Unos de las principales fuentes de ruido para los jóvenes, es la música por lo cual sugiere informar a la comunidad sobre los riesgos del uso de auriculares y de la música a un volumen alto.
- Informar a una temprana edad sobre las consecuencias del ruido, para de esta forma crear una cultura de autocuidado.
- Concientizar a las personas expuestas a altos niveles de ruido su autocuidado.
- Hacer un llamado a empresas, industrias o entidad encargada de la salud de las personas tomar medidas eficaces para la disminución de la emisión de ruido ambiental.

1.15.3 NTP 270 (INSHT): EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO. DETERMINACION DE NIVELES REPRESENTATIVOS.

Esta nota técnica de prevención española, la cual tiene por objetivo establecer una metodología para determinar el nivel de presión acústica, cabe destacar que esta es una normativa voluntaria por lo cual cada empresa elige si se acoge a esta o no.

Para lo cual se debe aplicar un estudio previo a la medición, en la cual se incluirán datos importantes a la hora de la medición con respecto a los lugares de trabajo, añade que puestos de trabajos se deberán incluir en la medición, se distinguen cuatro tipos de ruidos distintos, ruido estable, ruido periódico, ruido aleatorio y ruido de impacto, cada ruido tiene una metodología distinta para su medición, en el caso del ruido aleatorio existen dos métodos para poder realizar la medición, el método directo y el método de muestreo.

1.15.4 GUÍA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN DE LOS TRABAJADORES AL RUIDO, REAL DECRETO 286/2006 INSHT.

Esta es una normativa voluntaria, además esta guía técnica se utilizó como referencia para la creación de la guía preventiva para los trabajadores expuestos a ruido del instituto de salud pública, de Chile. Sobre el ruido:

A) Otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse a ruido

Se debe modificar los métodos de trabajo para incluir cambios tecnológicos que beneficien al trabajador por ejemplo equipos tecnológicos que emitan menos cantidad de ruido, menos cantidad de vibración, etc

B) Elección de equipos de trabajo adecuados las cuales generen menor cantidad de ruido posible.

C) La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo.

Una disposición apropiada de los lugares de trabajo permite minimizar el número de personas expuestas a este agente, no solo porque se ocupen los equipos que generen

la mínima cantidad de energía sonora, sino también dotando a los lugares de trabajo los elementos para minimizar la transmisión de ruido, tanto como por la vía aérea como por vía física ya sea estructuras sólidas, construcciones, etc.

D) Información y formación adecuadas para enseñar a los trabajadores.

La forma en la que se usan los instrumentos puede afectar en cuanta cantidad de energía sonora emiten, un buen uso de las maquinas generara un nivel de energía sonora el cual coincide o se aproxima al que establece el fabricante, por lo contrario, si se ocupa de una forma errada, no se hace las mantenciones que se deben la máquina generará más energía sonora de la que el fabricante establece.

Por lo cual cuando se esté generando más ruido del que se debe generar se deberá comunicar a los trabajadores la información y formación de la maquina a los usuarios del equipo, esto con el fin de que luego de conocer esta información puedan ocupan y desempeñarse de mejor forma emitiendo la cantidad de ruido adecuada y así mismo minimizar la exposición de dichas personas.

E) Reducción técnica del ruido cuando se minimice la emisión de ruido del equipo que lo produce luego se debe minimizar la transmisión de este ruido, debido a que muchas veces este se transmite a través de estructuras solidas como estructuras, paredes, suelo, etc.

F) Reducción del ruido aéreo, por ejemplo, por medio de pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústicamente absorbente, esto se puede lograr de tres maneras. 1) Recubrimiento absorbente del ruido en el local. 2) Aislamiento de la fuente que genera ruido. 3) barreras que limiten la transmisión de ruido.

G) Reducción de ruido vía sólida, los sólidos transmiten el ruido, se pueden aislar, apoyarlos sobre un soporte amortiguador, pero primero se debe tener claro que superficie es la que transmite el ruido para intervenir en ella y no en otra que no lo genere.

H) Se establece que en el caso de que trabajadores sobrepasen valores de exposición el empleador deberá ejecutar un programa de medidas técnicas y/o de organización, la que deberá contener la actividad preventiva, el plazo, responsables, recursos humanos y materiales necesario para la ejecución de esta, además con respecto a los EPP (en España son EPI) solo se podrán utilizar en caso de que exista riesgo para la

salud que no se haya podido evitar o minimizar lo suficiente por medios técnicos de protección colectiva o mediante procedimientos. En los puestos donde se supere los valores permitidos se deberá señalar el uso obligatorio de protector auditivo, el cual será un triángulo de color amarillo y el pictograma correspondiente.

La evaluación de riesgos se basará en la medición de los niveles de ruido, en algunos casos no será necesaria la medición, sino que la apreciación de un experto acreditado, para ello el experto prestará atención a los siguientes factores:

- a) Nivel, tipo y duración de exposición.
- b) Existencia de equipos de sustitución
- c) Valores límites de exposición.
- d) Medidas desde el punto de vista técnico.
- e) Efectos directos para la salud.
- f) Información de las emisiones sonoras.
- g) Efecto en la seguridad de los trabajadores.
- h) Prolongación de la emisión.
- i) Información de la vigilancia de la salud.
- j) Disponibilidades de protectores auditivos.

Información a los trabajadores, el empleador deberá informar sobre los riesgos a los trabajadores, además deberá informar sobre la exposición de estos a ruidos para ello deberá informar sobre la:

- a) Naturaleza de los riesgos.
- b) Medidas para eliminar o minimizar el riesgo.
- c) Valores límites de exposición,
- d) Resultado de las evaluaciones.
- e) Uso correcto y mantenimiento de protectores auditivos.
- f) Formas de detectar pérdida auditiva.
- g) Instancias en las cuales los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de salud.
- h) Prácticas seguras de trabajo.

En relación a la vigilancia de salud de los trabajadores, cuando la exposición de los trabajadores sobrepase lo permitido, los trabajadores tendrán derecho a un médico el cual llevara a cabo controles de audiometría y su finalidad será el diagnostico precoz de lo que pudiese generar los niveles de ruido a los cuales está expuesto, esto se realizara

como mínimo cada 3 años, incluirá la elaboración y actualización de la historia clínico-laboral del trabajador.

1.15.5 GUÍA DE ATENCIÓN INTEGRADA BASADA EN LA EVIDENCIA PARA LA HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL INDUCIDA POR EL RUIDO EN EL LUGAR DE TRABAJO (GATI-HNIR)- MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL REPÚBLICA DE COLOMBIA.

Esta normativa es de carácter voluntario, fue utilizada como referencia en la construcción de guía preventiva para los trabajadores expuestos a ruido, instituto de salud pública, ministerio de salud chile.

Establece la creación de GES como una estrategia para la vigilancia de salud de los trabajadores, el programa de vigilancia médica incluirá medidas educativas y de motivación para las medidas de control las cuales irán dirigidas al empleador y a los trabajadores. Recomienda realizar una evaluación preocupacional, de seguimiento y postocupacional tomando en consideración las condiciones individuales que tengan relación con la hipoacusia, además de actividades asociadas a la persona como hobbies hábitos personales exposición a sustancia químicas, vibraciones.

En cuanto a métodos administrativos y técnicos serán sumamente necesarios a la hora de la efectividad de los programas de prevención de hipoacusia, ya que será fundamental a la hora de eliminar o minimizar la exposición a ruido, los controles técnicos (los que en chile conocemos como controles de ingeniera) se llevaran a cabo antes de los análisis individuales de las fuentes generadoras.

Se deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Control de exposición a ruido combinado entre la fuente, medio de transmisión y receptor.
- b) Objetivo de control es disponer un ambiente con un nivel de ruido aceptable.

Se debe considerar el costo de la solución, pero además sus afectos adversos, se deberá incluir aspectos ergonómicos y ambientales.

CAPÍTULO 2

TECNOLOGÍAS APLICABLES A MEDICIONES DE RUIDO.

2.1 TECNOLOGÍAS APLICABLES A LA MEDICIÓN DE RUIDO.

La tecnología en la actualidad cada vez va avanzando, logrando crear nuevos implementos, artefactos, etc que ayudan a solucionar o hacer más fácil nuestra vida. Celulares, televisores, computadores, son solo algunos artefactos tecnológicos que se han vuelto casi indispensable para la sociedad. La tecnología también impacta a la industria de forma positiva pero también tiene impactos negativos.

Bajo este contexto podemos encontrar distintas y tecnológicas formas de poder realizar mediciones de ruido.

El artefacto que siempre se ha usado para las mediciones de ruido ha sido el dosímetro y sonómetros, con el avance de la tecnología se han creado nuevos artefactos, cada vez más exactos en sus resultados, algunos ejemplos son sensores, aplicaciones móviles, etc.



Ilustración N° 33: Dosímetro 3M.

Cámara acústica.

Con la cámara acústica se dice que el ruido y/o sonido se puede “mirar”, estos son sistemas portátiles en los cuales el ruido se visualiza parecidos como se aprecia en los mapas termográficos, se visualiza como mapas acústicos. Se trata de una cámara fotográfica digital la cual capta al objeto que emite ruido, también lo componen micrófonos los cuales graban las ondas que el objeto emite, luego un computador el cual se encuentra en terreno y que posee un software calcula el mapa de sonido mediante procesamiento de señales y un algoritmo de beamforming predeterminado.

La tecnología beamforming consiste en que conexión inalámbrica sea mejor, con más rapidez y mejor calidad, las conexiones encuentran el camino que sea más eficaz para de esta forma llegar de mejor calidad al dispositivo conectado.

El software que posee el computador combina la imagen acústica y óptica, de esta forma logra concluir el mapa acústico, el cual puede ser en imagen o videos, estas mediciones se pueden realizar a corta y larga distancia del objeto generador de ruido (ente 1-100 metros) por lo general sobre 100 hz (averiguar cuantos db son).

El beneficio de esta cámara acústica es que muchas veces en lugares donde se puedan encontrar diversas maquinas no se tiene claridad cuál es la que está generando una importante cantidad de ruido por lo cual las medidas correcticas son difíciles de implementar o no dan los resultados esperados, con la cámara acústica se puede identificar mediante el mapa acústico la cantidad de db que genera cada máquina, por lo cual las medidas correctivas pueden ser más precisas.

Proveedores.

Iidav, es una empresa de consultores acústicos, con sedes nacionales e internacionales, en Chile cuenta con sedes en Valdivia y Santiago, internacionalmente cuenta con sedes en México y Bolivia. Esta empresa presta servicios con su cámara acústica, la cual entro en el mercado revolucionando la forma de medición de ruido, permite realizar mediciones utilizando intensidad holográfica o beamforming. Este equipo viene desde Alemania y se encuentra disponible en el país tanto para la prestación de servicios como la venta de dicho producto.

Control acústico es una empresa que presta servicios de medición, monitoreo y análisis de impacto acústico, su sede se encuentra en Santiago sin embargo realizan trabajos a lo largo de Chile, sus servicios solo contempla la realización de las mediciones con este instrumento no la venta como en el caso anterior, la cámara acústica que provee esta empresa cuenta con 40 micrófonos, por lo cual el usuario podrá distinguir las distintas fuentes de ruido en tiempo real, además cuenta con un sistema en el que se puede guardar fotografías o sonogramas ya que guarda videos acústicos.



Ilustración N° 34: Imagen captada por cámara acústica localización de fuente de ruido industrial en altura a 60 m de distancia y 800 Hz, extraída de codexverde.



Ilustración N° 35 Localización de fuente de ruido móvil a 30 m de distancia y 3250 Hz, extraída de Covexverde.

SENSORES. IoT

Imatek es una empresa que ha desarrollado un sistema de equipos llamados IoT (Internet of things), los cuales miden cualquier magnitud como, por ejemplo, ruido, temperatura, contaminación ambiental, etc.

Estas magnitudes son medidas y luego subidas a la nube donde la big data los analiza. La información que es subida a la nube puede ser vista por cualquier usuario. La big data almacena un gran volumen de información, esta puede ser analizado para poder concluir la mejor forma de trabajar con estos datos, de esta forma los equipos IoT logran analizar y decodificar esta información obteniendo respuestas con las cuales las empresas pueden trabajar en reducción de costos y tiempo, desarrollo de nuevos productos y/o optimización de ellos y tomar decisiones inteligentes con respecto al problema.

Imatek con su tecnología de los IoT, la ha implementado en un automóvil el cual tiene más de 100 sensores capaces de percibir el ruido, calidad del aire, luz, aforadores, estaciones meteorológicas, nivel de ríos, contaminación atmosférica y control de aguas. El automóvil recorre la ciudad y confecciona mapas de ruido dinámicos.

Imatek con su vehículo equipado para medir ruido construye mapas acústicos, en los cuales se distinguen distintos colores, los cuales representan los distintos niveles,

posterior a eso se sube a Google Earth, cabe destacar que estos mapas se van actualizando y son de carácter dinámico.

Esta nueva tecnología permite a las empresas reducir costos, ya que con el sistema IoT implementado en el vehículo se puede hacer mediciones de varios parámetros en simultáneos por lo cual lo vuelve más barato que una medición independiente de cada parámetro.

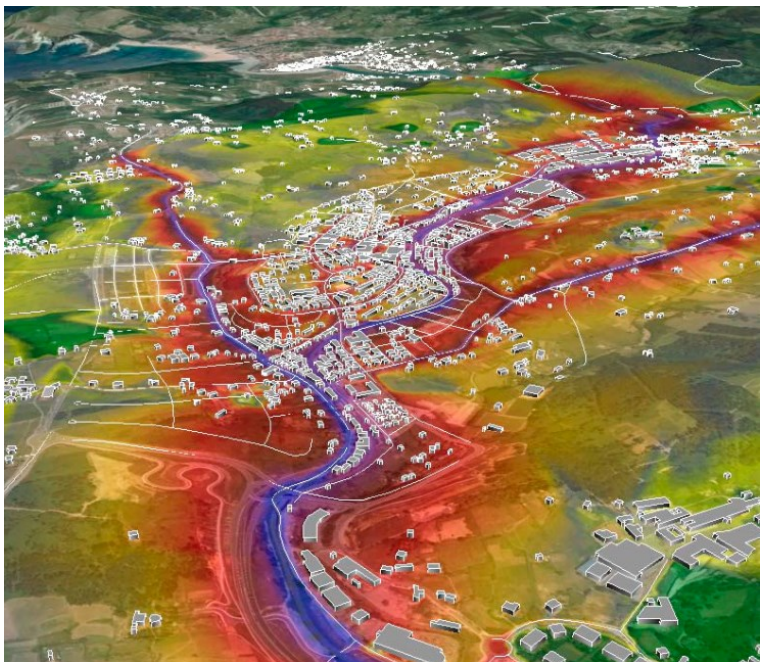


Ilustración N°36: Mapas de ruido con distintos colores representan distintos niveles de magnitud en territorio, extraída de Imatek.

Proveedores

MCI telecom, es una empresa ubicada en Santiago que ofrece servicios de telemetría, dentro de sus servicios posee los sensores IOT el cual mide distintos parámetros uno de ellos es el ruido, utiliza una metodología en línea por lo cual el usuario puede acceder a los datos durante cualquier momento del día, el sensor se conecta al área donde se realizara el estudio, la información se sube a una nube llamada IOT platform para posteriormente quedar disponible para el usuario.

Antoga-AT tecnología IOT, es una empresa ubicada en Valparaíso que presta servicios de sensores IOT, dentro de sus servicios posee 6 sensores que miden distintos

parámetros uno de ellos el ruido, su sistema de sensores registra de forma continua los ruidos generados en la zona a estudiar, dispone de un análisis en percentiles y máximos absolutos, esta información queda a disposición del usuario para poder hacer el control acústico que estime conveniente.

Sonómetro en el celular.

En la actualidad la mayoría de los habitantes tiene un teléfono inteligente ya sea Android o IOS, existen distintas aplicaciones que nos ayudan a realizar mediciones de ruido, con la ayuda del micrófono que tiene incorporado los teléfonos móviles. Dentro de las aplicaciones podemos encontrar Sound meter la cual es una aplicación para poder realizar mediciones de ruido, muestra los valores de dB numéricamente y además como gráfico. Otras aplicaciones que sirven para medir el ruido son:

Medidor de sonido.

Sonómetro.

Medidor de decibelios.

Spund meter pro.

Si bien no se puede reemplazar un sonómetro para una medición ambiental y/o personal por algunas de esta app, ya que no tendrían validez profesional, estas aplicaciones se vuelven importantes para poder medir fácil y a un costo muy bajo ruidos por ejemplo generados en la casa, en la calle, etc. Además, mediante estas App algún trabajador que sospeche que los ruidos generados en su lugar de trabajo sean muy altos por ejemplo puede ocupar algunas de estas aplicaciones para advertir la presencia de ruido y de esta forma poder realizar una medición profesional con instrumentos profesionales.

Semáforo de ruido.

Betzold es un semáforo que tiene luces led de color verde amarilla y roja, el cual permite seleccionar al usuario hasta cuatro valores de ruido que este semáforo puede medir y controlar según los límites escogidos anteriormente. El sobrepasar los valores que se establecieron en cada una de las luces están se irán encendiendo hasta llegar al nivel

máximo de ruido que se estableció donde sonara una alarma advirtiendo que se están pasando los límites establecidos.



Ilustración N° 37 Semáforo de ruido betzold.

Otro dispositivo similar al anterior es Conen: semáforo-monitor de nivel de ruido en el aula, este dispositivo es muy similar al anterior, pero puede admitir 6 umbrales de ruido, además posee un regulador de sonido encargado de ajustar los niveles de ruido, de esta forma cuando se supere un umbral se activará la luz respectiva y emitirá una alarma.



Ilustración N° 38 Semáforo de ruido Conen.

Proveedores.

Estos instrumentos no tienen un uso industrial por lo cual su búsqueda se vuelve más sencilla que las alternativas anteriores, dentro de los proveedores de este artefacto, se encuentra, Amazon, Servicems, acústica decorativa, dolmen, entre otros y no requiere de una gran inversión económica.

Aplicaciones similares.

Existen aplicaciones similares a los semáforos sin embargo estas son descargadas por el celular y tienen el mismo fin y el mismo campo de ocupación que son los estudiantes de edad pequeña, too noisy pro es una aplicación la cual se descarga desde el celular y/o Tablet, la cual muestra de manera gráfica los niveles de ruido existentes en el lugar, con un diseño atractivo y divertido para los pequeños, el usuario debe ajustar los niveles de ruido aceptables y no aceptables, por lo cual si el ruido generado está en un estado aceptable en la pantalla del dispositivo aparecerá una carita feliz, de lo contrario si el ruido generado sobrepasa los niveles aceptados aparecerá un rostro de tristeza, en caso de que esta cara de tristeza y el ruido considerado como no aceptado perdure por más de

3 segundos la aplicación emitirá una alarma y además la pantalla del dispositivo tendrá una apariencia de quebrada, además esta aplicación permite hacer un seguimiento por ejemplo de cuantas veces en un determinado tiempo se sobrepasaron los límites considerados como considerable, esta aplicación también posee un sistema de estrellas las cuales son dada a los estudiantes en caso de que en un determinado tiempo no se emita la alarma de advertencia, esto permite incentivar a los alumnos a mantener silencio.

Proveedores.

Al ser aplicaciones las podemos encontrar en play store para android y en caso de IOS app store, la mayoría de estas aplicaciones se encuentran de forma gratuita, aquellas que se deben pagar tiene un costo muy bajo en comparación con las alternativas anteriores, ya que estas aplicaciones no tienen validez legal, es decir los resultados obtenidos de este método no puede ser comparado con la normativa.

Sensores de sonido IOTSENS.

IOTSENS es una empresa española que ha desarrollado un sistema innovador y tecnológico para la medición de ruido ambiental. Se trata de pequeños sensores que logran captar el ruido ambiental, estos sensores poseen un micrófono integrado que es capaz de captar el ruido, los datos recolectados los muestra en dBA. Se escogen puntos estratégicos para poder ubicar estos sensores, se pueden ubicar para espacios abiertos como en espacios cerrados, puede registrar niveles de ruido en un tiempo determinado mediante intervalos de tiempo o mediciones continuas. Estos sensores además sirven para poder medir ruido generado en las calles por autobuses, automóviles, etc, por esta razón es que el módulo transmisor y la batería van instalados dentro del sensor que posee un aislamiento IP65 la cual quiere decir que es hermético al polvo y agua proyectada.

Es posible instalar más de un sensor por ejemplo en la calle, la información de cada sensor se va a una plataforma Cloud del cliente la cual la misma empresa genera, en ella puede ver mapas interactivos de los sensores en caso de que existiera más de un sensor, los cuales se pueden filtrar por categoría ya que esta empresa no solo posee sensores de ruido, además posee sensores ambientales, de humedad y temperatura, temperatura corporal, humedad del suelo, etc. Lo cual permite complementar las mediciones que se realizaran, en la plataforma además se podrá encontrar los valores medidos, gráficos por

periodos, información descargable, tabla resumen de alarma, notificaciones vía SMS o correo electrónico, sistema para filtrar información.



Ilustración N° 39 Sensor de ruido IOTSENS.

2.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El ruido es uno de los fenómenos presentes en todo lugar, del cual solo podemos saber si estamos expuestos a un gran nivel de presión sonora realizando mediciones, por eso se vuelve muy importante la información que se le pueda dar a las personas expuestas, que tengan conocimiento de todo lo que se exponen de sus efectos en la salud y sus consecuencias, el uso correcto de los epp ya que estos usados de forma correcta pueden atenuar el nivel de presión sonora.

En el presente trabajo se analiza como la tecnología ha ayudado en el ámbito de mediciones ambientales, la ayuda de la tecnología ha servido para que las mediciones que se realicen cada vez sean más precisas, con la masificación de los computadores y de programas computacionales como softwars ayudan a que la realización de los mapas de ruido sea en un tiempo más acotado, reduciendo costos y tiempo invertido, lo que contribuye a la gestión ambiental, generando información confiable sobre mediciones de ruido plasmadas en mapas de ruido, mediante los cuales se pueden tomar decisiones, ver la situación en la que se encuentra industrias, vías vehiculares, ciudades, etc.

Los mapas de ruido se han convertido en un factor importante en el área de gestión ambiental, ayuda a tener una imagen gráfica sobre la cantidad de ruido generada en una zona, también se ha vuelto una herramienta importante en la gestión del ruido en ciudades, con los mapas de ruido realizados en Chile se tiene una claridad de cuáles son las zonas más afectadas por el ruido además de obtener estimaciones y cifras proyectadas.

Mediante la información arrojada por los mapas de ruido se pueden adoptar medidas correctivas en caso de que los niveles de ruido superen lo recomendado o legal y en el caso de que los niveles de ruido se encuentren bajo lo recomendado o lo legal adoptar medidas para poder mantener dicha condición.

BIBLIOGRAFÍA

- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, Gobierno de España.
- BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL (2019) Ley 16.744: Establece normas sobre accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, Ministerio de trabajo y previsión social.
- BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL (2019) Decreto supremo 594: Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, Ministerio de salud.
- BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL Decreto N°156, Norma técnica N°156 “Protocolo sobre normas mínimas para el desarrollo de programas de vigilancia de la pérdida auditiva por exposición a ruido en los lugares de trabajo.”
- PROTOCOLO SOBRE NORMAS MÍNIMAS PARA EL DESARROLLO DE PROGRAMAS DE VIGILANCIA DE LA PÉRDIDA AUDITIVA POR EXPOSICIÓN A RUIDO EN LOS LUGARES DE TRABAJO. (PREXOR), Ministerio de salud, Gobierno de Chile.
- GUÍA PARA LA SELECCIÓN Y CONTROL DE PROTECTORES AUDITIVOS, Departamento de salud ocupacional, instituto de salud pública de Chile.
- NTP 270 (INSHT) EVALACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO, DETERMINACIÓN DE NIVELES REPRESENTATIVOS, Instituto Nacional De Seguridad e Higiene En El Trabajo, Ministerio de trabajo y asuntos sociales España.
- GUÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA VIGILANCIA DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS OCUPACIONALMENTE A RUIDO, Ministerio de salud, Gobierno de Chile.
- GUÍA PARA EL MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO DE LOS TRABAJADORES EN SUS LUGARES DE TRABAJO (2012), Instituto de salud pública ministerio de salud, Gobierno de Chile.
- GRUPOS DE EXPOSICIÓN SIMILAR PARA LA EVALUACIÓN DE RUIDO OCUPACIONAL, Instituto de salud pública, ministerio de salud, Gobierno de Chile.
- GUÍA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN DE LOS TRABAJADORES AL RUIDO, Real decreto 286/2006, Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, ministerio de trabajo e inmigración, España.

- GUÍA DE ATENCIÓN INTEGRADA BASADA EN LA EVIDENCIA PARA LA HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL INDUCIDA POR EL RUIDO EN EL LUGAR DE TRABAJO, (GATI-HNIR), Ministerio de la protección social, república de Colombia.
- GUÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA VIGILANCIA DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS OCUPACIONALMENTE A RUIDO, Seremi Región Metropolitana.
- DECRETO 129, ESTABLECE NORMA DE EMISION DE RUIDOS PARA BUSES DE LOCOMOCIÓN COLECTIVA URBANA Y RURAL, ministerio de transportes y telecomunicaciones; subsecretaria de transportes.

LINKOGRAFÍA

Sitio web

Contaminación acústica

- <https://www.compromisoempresarial.com/rsc/2017/08/contaminacion-acustica-la-amenaza-invisible/>

Sitio web

Ruido y sonido

- https://esc-web-dev.s3.amazonaws.com/staging/documents/116_2ruido.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAWFY3NGTFNDEDHBGJ&Signature=CwUU1BXDUGXvEI0A0IVXR7uRoO%3D&Expires=1606441631

Sitio web

OMS

- <https://www.who.int/es/news/item/12-02-2019-new-who-itu-standard-aims-to-prevent-hearing-loss-among-1.1-billion-young-people>

Sitio web

OIT

- <https://www.ilo.org/global/topics/labour-administration-inspection/resources-library/publications/guide-for-labour-inspectors/noise/lang--es/index.htm>
- https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_112584.pdf

Sitio web

Factores ambientales en lugares de trabajo.

- <https://osha.europa.eu/es/publications/factsheets/57>

Sitio web

Efectos del ruido en el trabajo.

- https://www.achs.cl/portal/centro-de-noticias/Documents/Guia_Tecnica_Elaboracion_Sistema_Gestion.pdf

Sitio web

Ruido ocupacional, efectos y estrategias de control en Chile.

- <https://noticias.usm.cl/2017/07/13/opinion-ruido-ocupacional-efectos-y-estrategias-de-control-en-chile/>.

Sitio web

Intensidad del sonido.

- <https://dewesoft.com/es/aplicaciones/acustica/intensidad-de-sonido>

Sitio web.

Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt.

- <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfcil779e/sources/bmfcil779e.pdf>

Sitio web.

Mapas de ruido importancia y metodologías.

- http://www.socha.cl/wp-content/uploads/2013/06/01_Esuarez_2006.pdf

Sitio web.

Mapas de ruido con QGIS.

- <https://mappinggis.com/2020/09/como-generar-mapas-de-ruido-con-qgis/>

Sitio web.

Elaboración de mapa de ruido del gran Santiago mediante software de modelación.

- http://metadatos.mma.gob.cl/sinia/articles-52665_Fase_IVMapaRuidoStgoGeneral.pdf

Sitio web.

Elaboración y análisis de mapas de ruido de tres conurbaciones mediante software de modelación.

- [file:///C:/Users/Natalia/Downloads/UACH_Informe_Final_FASE_VF%20\(VF\).pdf](file:///C:/Users/Natalia/Downloads/UACH_Informe_Final_FASE_VF%20(VF).pdf)

Sitio web.

Informe final estudio evaluación de los niveles de ruido en Coronel.

- http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=e7acc355-b243-455f-9437-470dea718cd0&fname=Informe%20Final%20Ruido%20Coronel_Final.pdf&access=public

Sitio web.

Establece norma de emisión de ruidos para buses de la locomoción colectiva urbana y rural.

- <https://sinca.mma.gob.cl/uploads/documentos/53eb5bf89611741ebc3fb859fec6b57c.pdf>

Sitio web.

Establece norma de emisión de ruidos para buses de locomoción colectiva urbana y rural. LEY

- <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=207430&idParte=0>

Sitio web.

Agencia europea de medio ambiente, con relación a ruido ambiental.

- <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-de-la-aema-2020/articles/la-contaminacion-acustica-sigue-estando>